

G S M O U C D M A :

***Os Desafios Comerciais e  
Tecnológicos para as Operadoras de  
TDMA***



UMA ANÁLISE EFETUADA PELO  
THE SHOSTECK GROUP

*Publicada pelo  
CDMA Development Group*





*Junho de 2001*



---

## ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE

---

Esta é uma análise independente efetuada pelo The Shosteck Group. O CDMA Development Group (CDG) está publicando este white paper para fins de discussão. O CDG e seus membros não irão necessariamente apoiar todas as conclusões emitidas por este documento.

## C R É D I T O S

---

Este white paper não seria viável sem a colaboração de dezenas de pessoas de toda a indústria do setor, que cederam generosamente seu tempo para discutir conosco as várias questões aqui abordadas. Embora muitas tenham preferido permanecer anônimas, somos gratos pela sua franqueza e imparcialidade.

Gostaríamos de agradecer especialmente ao nosso colega do Reino Unido, Geoff Varrall, diretor da RTT Programmes Limited, pelas suas avaliações sobre os desafios das transições tecnológicas e pela universalidade da “lacuna de realidade”.

---

# P R E F Á C I O

---



A empresa THE SHOSTECK GROUP (antiga Herschel Shosteck Associates, Ltd.) é uma consultoria internacional de telecomunicações que realiza análises e previsões sobre os mercados e as tecnologias dos sistemas sem fio. O enfoque da empresa tem se voltado para tais sistemas desde 1981 – quando a indústria estava ainda em estado embrionário. Desde então, esse enfoque expandiu-se para abranger a intersecção entre os sistemas sem fio e a Internet.

A empresa coleta, quantifica, analisa e interpreta informações provenientes de fontes em todo o mundo, incluindo o nível corporativo superior. Ao longo desse processo, ela converte e condensa informações em estado bruto para obter conhecimento utilizável.

A empresa se distingue por sua memória histórica – ou seja, sua experiência com o lançamento das tecnologias AMPS e iDEN e com as transições para GSM, TDMA/IS-54 (136) e CDMA/IS-95. Tais acontecimentos lhe forneceram compreensão e capacidade de apreciação dos períodos de tempo mais longos que o esperado que sempre acompanham a implementação de novas tecnologias, os desafios de oferecer o desempenho prometido e os custos sempre maiores que o esperado.

Como empresa de consultoria, o THE SHOSTECK GROUP exhibe também uma herança de pesquisa empírica. Isto compõe a base tanto de suas detalhadas análises quantitativas como de suas conceituações qualitativas sobre as tendências em evolução na indústria.

A empresa situa tais análises no contexto das forças econômicas, políticas e reguladoras que afetam os mercados e as tecnologias. Esse contexto permite que a empresa aconselhe seus clientes não só sobre oportunidades de lucro, como também sobre os riscos de fracassos tecnológicos, atrasos na adoção de tecnologias, redução de desempenho e/ou custos excessivos.

Entre os clientes do THE SHOSTECK GROUP estão fabricantes, operadoras de redes, desenvolvedores de software, companhias voltadas para a Internet, instituições financeiras, órgãos reguladores, governos e firmas de consultoria de todo o mundo.



Informações para contatos com o THE SHOSTECK GROUP:

Jane Zweig  
Chief Executive Officer  
The Shosteck Group  
11160 Veirs Mill Road, Suite 709  
Wheaton, Maryland 20902-2538 USA  
Fone: 1 301 589 2259  
Fax: 1 301 588 3311  
E-mail: [jzweig@shosteck.com](mailto:jzweig@shosteck.com)  
  
Link para a Web: <http://www.shosteck.com>



# Í N D I C E

---

PROPRIEDADE DA CDG

vii

A utilização ou divulgação destes dados está sujeita às restrições indicadas na página de rosto deste documento.

# 1 *Visão Geral*

---

## 1.1 Introdução

Este white paper examina e discute as opções oferecidas às operadoras de redes TDMA/IS-136 na migração para as tecnologias sem fio de terceira geração (3G). Ele aborda, especificamente, a conveniência da **CDMA2000**<sup>\*</sup> 1X (denominada anteriormente CDMA/IS-95-C, CDMA 1xRTT ou cdma2000 1x) e de suas derivações futuras, CDMA 1xEV-DO e CDMA 1xEV-DV, como alternativas 3G.

O cerne de nossa análise é formado pelas questões de disponibilidade de aparelhos telefônicos, de custo desses aparelhos e das economias da escala de produção de curto a médio prazo. Ao avaliar tais questões, chegamos à conclusão que, na transição de TDMA/IS-136 para 3G, as vantagens geralmente atribuídas às tecnologias maduras podem não se confirmar na prática.

O The Shostek Group *não* endossa o uso de uma determinada tecnologia em detrimento de outras ou de uma via de migração para 3G sobre as demais. Ao invés disso, apontamos e discutimos os possíveis desafios que as operadoras de TDMA/IS-136 poderão enfrentar com a implementação do GSM e as possíveis vantagens oferecidas pela **cdmaOne**<sup>†</sup>. Com base nessas possíveis vantagens, sugerimos que as operadoras de TDMA possam encontrar vantagens ao avaliar a tecnologia CDMA como uma opção para 3G. E que, entre as operadoras de TDMA que fizerem tal avaliação, algumas poderão concluir que o GSM é realmente a melhor opção – especialmente as empresas licenciadas para operar nas frequências de 1900 MHz. Outras operadoras de TDMA, porém, poderão concluir que a CDMA é a opção mais viável – especialmente aquelas licenciadas para operar nas frequências de 800 MHz. Em suma, com este white paper pretendemos levantar questões essenciais envolvidas na transição para 3G. A solução de tais questões, até o limite possível, deverá ocorrer a partir de discussões efetuadas entre as operadoras de redes e seus fornecedores.

Como primeiro passo, vamos esclarecer o que queremos dizer com 3G. O componente de rádio das tecnologias avançadas varia em termos de três características, pelo menos.

---

<sup>\*</sup> CDMA2000 é marca da Telecommunications Industry Association (TIA)

<sup>†</sup> **cdmaOne** é marca registrada do CDMA Development Group (CDG)

1. A largura do canal de RF, que pode variar de 200 kHz, no caso de GSM-GPRS, a 5 MHz em UMTS.
2. A alocação do espectro de RF. Ele pode variar desde a implementação em um espectro já atribuído em 800 e 1900 MHz, no caso da CDMA2000 1X, até a implementação em um espectro recém-atribuído em 1900 e 2100 MHz, no caso do UMTS. Embora pouco discutido, este último espectro é também adequado à CDMA2000 1X.
3. A taxa de dados, que pode variar entre valores teóricos de 115 kbps e além de 2 Mbps, de acordo com a tecnologia. Algumas tecnologias avançadas foram denominadas 2.5G enquanto outras receberam o nome de 3G; outras ainda são (ou foram) conhecidas por ambos os nomes.

A International Telecommunication Union (ITU) atua como árbitro para os padrões 3G. Ela não define a 3G em termos de largura de canal ou alocação de espectro, mas de acordo com a taxa de dados. Segundo a definição da ITU, a interface de RF 3G é capaz de aceitar taxas de dados iguais ou superiores a 144 kbps. Ela admite que as tecnologias W-CDMA (UMTS) e CDMA2000 1X satisfazem esse critério.<sup>1</sup>

Taxas de dados maiores permitirão que os usuários finais disponham de um conteúdo mais variado que o disponível atualmente e, juntamente com a arquitetura em pacotes, tenham acesso imediato e de baixo custo à Internet. Essas maiores taxas de dados e principalmente o acesso imediato e barato à Internet irão expandir, por sua vez, o futuro tráfego em redes. À medida que o tráfego em redes se expandir, a receita das operadoras irá aumentar. No entanto, independentemente da capacidade das tecnologias, as operadoras devem identificar os compromissos econômicos e comerciais dos custos de rede em relação às taxas de dados. Em última análise, cada operadora deverá otimizar a taxa de dados oferecida aos usuários finais em termos do custo para oferecê-la contra a receita gerada.

As operadoras AT&T e Rogers AT&T, por exemplo, que utilizam a TDMA/IS-136, optaram pelo GSM, para em seguida evoluir para GSM-GPRS e depois implementar o GSM-GPRS-EDGE, para finalmente adotar a tecnologia UMTS (conhecida também como W-CDMA). Este último passo considera garantida a disponibilidade de espectro para UMTS. Essa via de migração presentemente assumida tem um desenvolvimento bastante recente. Outras operadoras de TDMA estão ainda decidindo qual via de migração irão adotar. Há cerca de um ano, a via de migração assumida para as operadoras

---

<sup>1</sup> “The Road to IMT-2000”, [http://www.itu.int/imt/what\\_is/roadto/index.html](http://www.itu.int/imt/what_is/roadto/index.html). O padrão 3G especifica, mais exatamente, 144 kbps em ambientes móveis, 384 kbps em ambientes de pedestres e 2 Mbps em ambientes fixos.

de TDMA/IS-136 era a implementação de TDMA-GPRS, seguida pela TDMA-GPRS-EDGE e por fim – por meio de um processo mal definido – a adoção do UMTS. Essa primeira via de migração deixou de ser discutida.

Ao examinar as vias de migração, dirigimos nosso foco às *questões comerciais* com as quais devem lidar as operadoras de TDMA/IS-136 na escolha de uma alternativa 3G. Nesse processo, cinco séries de questões se destacaram. São elas:

1. Elevar a receita média por usuário (ARPU).
2. Minimizar os custos de implementação da tecnologia
3. Adotar um processo de implementação tão simples (e, portanto, tão indolor) quanto possível.
4. Implementar serviços comerciais viáveis em tempo hábil.
5. Manter um serviço satisfatório para o usuário final durante esse processo.

As duas últimas questões são especialmente importantes. Caso as operadoras não possam implementar serviços comerciais viáveis e em tempo hábil, elas correrão o risco de perder sua posição competitiva. E se a rede e/ou os aparelhos telefônicos fornecerem um serviço deficiente ao usuário final, eles não só deixarão de gerar receita, como irão também incentivar o fenômeno de “churn”. Preferimos não dar muita atenção às nuances de elegância tecnológica que as tecnologias alternativas podem ou não oferecer. Para nossos objetivos, as questões comerciais são mais importantes.

Não devemos esquecer da importância dos serviços de voz. É verdade que com a utilização de técnicas de compressão e o gerenciamento mais sofisticado para a largura de banda, a 3G deverá permitir a adoção de aplicações que não utilizam voz, tal como vídeo full-motion e multimídia, tudo em tempo real. Dito isto, os serviços de voz continuarão gerando a maior parte da receita das operadoras em um futuro previsível. Isto provém do “efeito do estímulo dos dados”, ou seja, o aumento dos serviços de dados não irá desbancar o tráfego de voz e sim expandi-lo. Mesmo os mais entusiásticos defensores das aplicações sem voz reconhecem esse fenômeno.<sup>2</sup>

## 1.2 Vias de Migração e Períodos de Tempo para Implementação

Daqui a 10 ou 15 anos, as atuais questões da migração para 3G estarão desaparecendo e passando à memória histórica. Todas as operadoras 2G de hoje já terão implementado a 3G e talvez algumas tecnologias ainda mais avançadas. Os desafios da implementação, alguns deles ainda não totalmente reconhecidos, terão sido superados com sucesso.

---

2. Ian Allison, “Ericsson on the EDGE: Interview,” *Wapweek*, 9 de abril de 2001

Nesta época, porém, as questões críticas enfrentadas pelas operadoras estão centradas em qual das tecnologias da próxima geração devem escolher para um futuro que varia de imediato a médio prazo – ou seja, o próximo período de um a cinco anos. Essas vias de evolução de um a cinco anos são claras para as operadoras que já implementam as tecnologias GSM, **cdmaOne** ou PDC. O mesmo não se pode dizer das operadoras que implementam atualmente a TDMA/IS-136.

Para recapitular, as operadoras de GSM, ou mais precisamente aquelas licenciadas para o espectro de 900 e/ou 1800 MHz, irão evoluir antes para GSM-GPRS e em última análise para UMTS, podendo implementar ou não o GSM-GPRS-EDGE como passo intermediário. A implementação do UMTS irá exigir que tais operadoras utilizem uma parte do espectro 3G (UMTS) recém-allocada e recém-atribuída em 1900 MHz (enlace ascendente) e 2100 MHz (enlace descendente), juntamente com o espectro GSM atualmente atribuído de 900 e/ou 1800 MHz. Ela irá requerer também aparelhos telefônicos multimodo/multibanda para GSM-GPRS-UMTS (ou GSM-GPRS-EDGE-UMTS). Tais aparelhos multimodo irão permitir handoffs de uma rede a outra, o que irá viabilizar um fornecimento perfeitamente consistente de serviços GSM básicos (voz e mensagens) ao longo de toda a rede, além do oferecimento de UMTS nas partes de tráfego mais intenso. Isto irá possibilitar ainda que as operadoras implementem a infraestrutura 3G apenas de acordo com a demanda, minimizando assim o ônus de seus investimentos.

Não é tão clara a via de migração para as operadoras de GSM que operam no espectro de 1900 MHz (quase todas situadas nas Américas). Um espectro 3G separado, que seja adequado para UMTS, está ainda para ser alocado. Até que tal espectro esteja alocado e disponível, as operadoras de GSM que atuam no espectro atribuído de 1900 MHz estarão impedidas de avançar além do GPRS e do EDGE, caso este último torne-se comercialmente acessível.

As operadoras da **cdmaOne**, por sua vez, quer atuem nas frequências da faixa de 800 MHz, 1900 MHz ou ambas, poderão evoluir para a CDMA2000 1X utilizando seu espectro atual, o que elimina o desafio de encontrar um novo espectro. A evolução para CDAM2000 1X requer placas de canal e atualizações de software para as estações rádio base da **cdmaOne**, além do lançamento de aparelhos telefônicos para CDMA2000 1X. Como todos os aparelhos CDMA2000 1X são retroativamente compatíveis com a infraestrutura **cdmaOne** herdada, estará eliminada também a necessidade de aparelhos multimodo.

No Japão, as operadoras de PDC irão construir redes UMTS totalmente separadas para os espectros recém-atribuídos de 1900 e 2100 MHz. Os assinantes terão acesso a essas redes por meio de aparelhos UMTS de um só modo e uma só banda.

Durante o próximo período de um a cinco anos – até meados de 2006, portanto – nenhuma operadora deverá concluir a evolução para 3G, não importa qual tecnologia esteja adotando atualmente (GSM, **cdmaOne**, TDMA/IS-136 ou PDC). Algumas delas poderão até implementar totalmente uma infra-estrutura 3G, mas sem um subsídio maciço para os aparelhos telefônicos, todas ainda terão assinantes que continuarão a utilizar as redes 2G. Algumas operadoras deverão avançar substancialmente na transição para a 3G, principalmente aquelas que implementam hoje a **cdmaOne** e optaram pela CDMA2000 1X. Para as que implementam TDMA, porém, a via de evolução é mais complexa e menos clara.

Assim sendo, independentemente de as operadoras de TDMA/IS-136 escolherem GSM ou **cdmaOne** como via de migração, elas terão que superar desafios nunca antes enfrentados pela indústria do setor. Dessa forma, as duas vias deverão se mostrar mais complexas, dispendiosas, difíceis e demoradas que muitas das inicialmente imaginadas. Entretanto, como sugerimos em nossa análise a seguir, ao menos para algumas operadora de TDMA a tecnologia CDMA deverá se tornar uma alternativa menos onerosa.

### 1.3 O Dilema das Operadoras de TDMA

Os maiores níveis de complexidade, despesas, dificuldade e tempo irão se originar do fato da TDMA/IS-136 estar se tornando uma “tecnologia órfã”. Como todas as tecnologias órfãs, ela se caracteriza por duas limitações

1. Ela satisfaz apenas as necessidades de curto prazo do mercado.
2. Ela não oferece uma base para evolução futura.<sup>3</sup>

Entre as órfãs pode haver também novas tecnologias com um ciclo de vida limitado. Um bom exemplo é a HSCSD (dados de alta velocidade comutados por circuito), que mal chegou a ser implementada antes de ser abandonada. Outras chegam a ser tecnologias maduras ao final de sua vida útil. A TDMA pertence a esta categoria.

Por sua própria natureza, as tecnologias órfãs estão sendo substituídas por alternativas mais funcionais e/ou de menor custo. Por essa razão, elas oferecem apenas vantagens de curta duração às operadoras de redes e/ou aos usuários finais. Para os fabricantes, isto significa um decréscimo rápido dos volumes de produção e dos lucros. Logo que identificam essa situação, os fabricantes congelam os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, o que acelera a condição de órfãs das tecnologias em questão. Com isto, elas vão perdendo mais terreno em relação às novas e mais avançadas tecnologias. À medida que vão perdendo terreno, passam a oferecer cada vez menos benefícios às operadoras de redes e/ou aos usuários finais. Por fim, são abandonadas.

<sup>3</sup> The Shostek Group, *Third Generation Wireless (3G): The Continuing Saga*, Wheaton, Maryland, fevereiro de 2001, pág. 263-264.

Entre outros exemplos de tecnologias órfãs podemos citar o telégrafo (substituído pelo telefone), o telex (substituído pelo fax – que, por sua vez, está sendo substituído pelo e-mail) e a telefonia comutada por circuitos (que está sendo substituída pela telefonia por pacotes).

As vendas de terminais em todo o mundo atestam a condição emergente de órfã da TDMA/IS-136. Durante o ano de 2000, 63 por cento dos terminais vendidos eram GSM, 13 por cento eram **cdmaOne** e apenas 9 por cento eram TDMA.<sup>4</sup> O volume relativamente baixo de vendas da TDMA está tornando essa tecnologia menos atraente para os fabricantes. Sua condição de órfã foi selada com o anúncio da AT&T Wireless, feito em novembro de 2000, de que estava abandonando os planos de incorporar as tecnologias GPRS e EDGE à TDMA. Ao invés disso, ela declarou que irá sobrepor a tecnologia GSM à sua rede TDMA já existente.<sup>5</sup> Em teoria, isto irá permitir que a AT&T implemente as tecnologias GSM-GPRS, GSM-GPRS-EDGE e, desde que haja espectro disponível, GSM-GPRS-EDGE-UMTS como sua via de migração para a 3G.

A abordagem da AT&T leva em conta a possibilidade de tirar proveito dos enormes esforços de pesquisa e desenvolvimento que estão sendo aplicados à via de transição para GSM (isto é, GSM-GPRS e GSMGPRS-EDGE) e da esperada economia oferecida em escala de produção pelo GSM e possivelmente pelo UMTS, ao longo do tempo. *De fato, essa premissa da economia de longo prazo proporcionada por pesquisa e desenvolvimento e escala de produção constitui a base lógica por trás da escolha do GSM como via de transição para a 3G.*<sup>6</sup> Ela define também o dilema central, embora não mencionado, que cada operadora de TDMA está enfrentando. Por um lado, deve a operadora escolher uma via para a 3G que envolva custos menores de curto e médio prazo, mas custos incertos de longo prazo? Pelo outro, deve ela optar por uma via para a 3G envolvendo custos de curto e médio prazo mais elevados, mas com custos de longo prazo aparentemente mais definidos e reduzidos?

Esclarecer essas questões de custo é um dos objetivos deste documento. Mais adiante, iremos abordar também a economia de escala de produção. Veremos que, com a implementação de aparelhos telefônicos bimodais TDMA-GSM, as operadoras de TDMA/IS-136 não poderão tirar proveito da economia de escala normalmente associada à adoção do GSM como via de migração para a 3G. Vamos discutir também o compromisso existente entre projeto/operação de uma rede econômica (e potencialmente lucrativa) e o fornecimento de taxas elevadas de dados.

---

<sup>4</sup> "Terminal Sales by Technology, World Market, 1992-2000," *Shosteck E-STATS*, The Shosteck Group, Wheaton Maryland, contínuo.

<sup>5</sup> "AT&T to Ditch TDMA for GSM-Based Data Migration," *3G Mobile*, 29 de novembro de 2000, pág. 1-2.

<sup>6</sup> Comunicação pessoal por fonte industrial informada, Bellevue, Washington, 25 de maio de 2001.

Ao adotar o GSM, a AT&T destruiu qualquer esperança de um desenvolvimento adicional para a TDMA/IS-136 e de uma migração para a 3G baseada na mesma. Isto significa que todas as operadoras de TDMA devem agora escolher uma nova alternativa para tal migração. Embora a maioria dos observadores da indústria já tenham assumido que a escolha irá recair sobre o GSM, a tecnologia **cdmaOne** também tem chances.

A utilização do GSM como forma de chegar a 3G é realmente um conceito atraente. No entanto, ele requer a implementação, pelas operadoras de TDMA/IS-136, do que para todos os efeitos será uma rede 3G completamente separada – o que deverá se mostrar uma proposta difícil e dispendiosa. Ela será especialmente difícil para as operadoras de TDMA que atuam nas frequências de 800 MHz, em contraste com a faixa de 1900 MHz. De fato, para as operadoras de 800 MHz a disponibilidade de uma infra-estrutura para GSM é ainda uma promessa, embora as empresas Nokia, Ericsson, Motorola e Nortel, que fizeram tal promessa, sejam fornecedores confiáveis. Ainda mais importante e também não mencionado será o fornecimento em tempo hábil de aparelhos telefônicos GSM para 800 MHz, a custos razoáveis. Na época da redação deste documento (junho de 2001), tanto a data de fornecimento como o custo dos mesmos permaneciam desconhecidos.

#### 1.4 Os Dois Passos da Evolução para a 3G

Não importa que as operadoras de TDMA/IS-136 escolham GSM ou **cdmaOne** como via de migração para a 3G, pois elas irão enfrentar as mesmas duas barreiras existentes nessa transição.

1. O desafio e o custo de implementar uma rede GSM ou CDMA separada, em paralelo com suas redes TDMA já estabelecidas.
2. O desafio e o custo de utilizar essa rede separada para efetuar a transição para a 3G.

Assim sendo, vimos que o GSM e a **cdmaOne** oferecem alternativas de migração substancialmente diferentes. Vamos explorar essas alternativas nos próximos capítulos, abordando principalmente as questões de custo e implementação em tempo hábil.

## 2 *O que a 3G Pode Oferecer – Uma Definição*

---

### 2.1 Introdução

A indústria de sistemas móveis tem sido atormentada pelas suas próprias hipérboles. Seja ela impulsionada por exuberância ou malícia, os press releases tanto dos fabricantes como das operadoras de redes suscitaram expectativas pouco realistas sobre o que a 2.5G e a 3G podem oferecer, em termos *econômicos* e *comerciais*, especialmente a curto prazo. Esse mantra dos press releases concentrou-se em taxas de 384 kbps ou maiores para os ambientes de pedestres e/ou móveis. Essas taxas iriam viabilizar os prometidos vídeo full-motion e multimídia em tempo real.

Essas taxas de dados não foram ainda oferecidas comercialmente, já que os custos ainda são um problema e as limitações do ambiente de radiofrequência (RF) do mundo real são bastante concretas. Elas são viáveis em locais ou redes de teste ideais, onde um grupo de usuários amigáveis, atuando em um espectro dedicado, garante mínima interferência vinda do tráfego de outras redes ou de condições geográficas inconvenientes. No mundo comercial, porém, é preciso levar em conta os custos e é preciso transmitir os sinais de RF sob as condições imperfeitas de congestionamento de frequências, ruído RF de fundo, condições geográficas difíceis e uma cobertura incompleta pelas redes. Sob tais condições, está ainda para ser comprovada a oferta comercial de uma largura de banda consistente e onipresente a 384 kbps.

O fato surpreendente é que a primeira rede comercial atingiu taxas próximas ao ideal teórico. A empresa SK Telecom (SKT), da Coreia, lançou um serviço de CDMA2000 1X em outubro de 2000 e no final de maio de 2001 já contava com 180 mil assinantes desse serviço. A rede oferece taxas de dados de 120 kbps em um ambiente de RF ideal, mas os valores típicos variam entre 70 e 90 kbps.<sup>7</sup>

As experiências efetuadas na Europa e as expectativas na América do Norte são mais limitadas. Nas duas regiões, os membros da indústria – em especial as operadoras de redes – estão começando a reconhecer e confirmar que, embora o throughput e o potencial a longo prazo possam variar entre 115 kbps e 384 kbps, a realidade de curto prazo irá mostrar valores menores. No caso da CDMA2000 1X, Richard Lynch, o Vice-presidente Executivo e Diretor de Tecnologia da Verizon Wireless, a maior operadora de sistemas sem fio dos E.U.A., antecipa taxas de dados entre 30 e 40 kbps para sistemas

---

<sup>7</sup> Comunicação pessoal por fonte industrial informada, Seul, 29 de maio de 2001.

móveis, a curto prazo, apesar da expectativa teórica de 144 kbps.<sup>8</sup> E no caso do GSM-GPRS, David Williams, Vice-presidente de Planejamento Estratégico da Cingular, a segunda maior operadora de sistemas sem fio dos E.U.A., antecipa taxas entre 20 e 30 kbps a curto prazo, apesar de uma expectativa teórica de 115 kbps.<sup>9</sup> Alguns observadores europeus acreditam que o GPRS possa atingir 50 kbps<sup>10</sup>, enquanto outros consideram mais provável um valor entre 20 e 40 kbps.<sup>11</sup>

Se pensarmos a longo prazo, as tecnologias vão amadurecer e as redes serão construídas, o que permitirá a elevação das taxas de dados. Até que chegue esse momento, porém, a vantagem da 3G não está nas taxas elevadas de dados, mas em sua arquitetura de comutação por pacotes. Como observamos na introdução, ao contrário da comutação por circuitos, a comutação por pacotes permite um acesso por IP imediato e de baixo custo à Web e à enorme quantidade de aplicações e serviços disponíveis a partir da mesma. E como discutiremos ao final deste capítulo, independentemente das taxas de dados que as diferentes tecnologias poderão fornecer, as questões econômicas e comerciais irão incentivar as operadoras a oferecer taxas de dados menores.

John Roth, Diretor Executivo da Nortel Networks, foi o primeiro a antecipar as vantagens da arquitetura por pacotes, em fevereiro de 1999, durante a convenção anual da Cellular Telecommunications and Internet Association (CTIA). Ele anunciou, naquela ocasião, o objetivo da Nortel de utilizar esse tipo de arquitetura

“para reduzir em uma ordem de grandeza o custo global de se operar uma rede de sistemas móveis... dos atuais 37 centavos para apenas quatro centavos em até cinco anos”.<sup>12</sup>

Passados mais de dois anos, em maio de 2001, Conrad Labante, Diretor de Desenvolvimento Comercial Estratégico para a Internet Sem Fio da Nortel, reiterou as expectativas de John Roth – ou seja, de que a arquitetura em pacotes iria reduzir em 10 vezes os custos do fornecimento de dados. Mesmo então, porém, ele ainda via pelo menos cinco anos de desenvolvimento à frente.<sup>13</sup>

<sup>8</sup> “U.S. Operators Reveal Their Hands for 3G Buildout”, *3G Mobile*, 4 de abril de 2001, pág. 1.

<sup>9</sup> Peggy Albright, “Roll Out of the GPRS Handsets,” *Wireless Week*, 19 de fevereiro de 2001, pág. 18.

<sup>10</sup> “Maximum GPRS Speed Set to Stay at 50 kbit/sec for Foreseeable Future,” *Wireless Internet*, 29 de março de 2001, pág. 1-2/6-7.

<sup>11</sup> “TDC Uses Network Software to Create Six-Fold Increase in Download Speeds,” *Wireless Internet*, 29 de março de 2001, pág. 3-4.

<sup>12</sup> Press release, “Nortel Networks Established Benchmark for Wireless Network Cost Performance...,” Nortel Networks, New Orleans, Louisiana, 9 de fevereiro de 1999.

<sup>13</sup> Nathan Lynch, “South Korea: the Heart and Soul of 3G – Part II,” *WapWeek*, 29 de maio de 2001.

Nokia, um dos principais proponentes da 3G, “não acredita que a questão seja realmente a taxa de dados”, e sim aplicações e serviços relevantes. Nos estágios iniciais da implementação do GPRS e EDGE, a Nokia vê taxas de dados entre 20 e 30 kbps viabilizando “uma série de aplicações lucrativas logo no início”.<sup>14</sup>

Em suma, ao dirigir seu foco para taxas elevadas de dados, as operadoras de redes podem estar direcionando incorretamente seus recursos. Em um futuro previsível, as principais questões na implementação da 2.5G e 3G estarão mais provavelmente centradas na relação custo-benefício que certas taxas de dados poderão oferecer para o fornecimento de serviços e aplicações que os usuários irão utilizar, gerando portanto receita para as operadoras de redes. Vamos explorar esse ponto com mais detalhes na conclusão deste capítulo.

## **2.2 Fatores Que Restringem as Transmissões em Banda Larga**

Relação custo-benefício à parte, múltiplos fatores limitam as transmissões em banda larga no ambiente do mundo real. Muitos, mas não todos, derivam da imaturidade das tecnologias. Alguns fatores poderão ser mais relevantes para uma interface de RF que para outra. Ao longo do tempo e com suficientes esforços de pesquisa e desenvolvimento, tais fatores serão superados. Enquanto isto não acontece, porém, esses fatores estão impedindo, de forma consistente, que seja atingida qualquer meta próxima às taxas de dados anunciadas.

Abordamos rapidamente três desses fatores a seguir – provisão de potência e consumo de bateria, latência e taxa de erro de bits. Essas abordagens não esgotam o assunto. Ao contrário, elas exemplificam a gama de desafios que os fornecedores e as operadoras de sistemas sem fio devem superar, antes que as transmissões de banda larga em tempo real tornem-se uma realidade comercial.

### **2.2.1 Provisão de Potência e Consumo de Bateria**

No caso do GSM, a voz convencional é transmitida em uma “janela de tempo” a 9,6 kbps. A banda larga é normalmente anunciada com taxas de até 384 kbps – ou seja, 40 vezes mais que 9,6 kbps. Não importa qual seja a tecnologia de RF, essas transmissões exigem maiores provisões de potência e geram portanto maior consumo de bateria. Isto irá significar um problema para todas as novas tecnologias, embora em menor escala para CDMA2000 1X e UMTS, até agora, do que para GSM, GPRS e EDGE.

A potência de transmissão necessária para todas as tecnologias CDMA, incluindo CDMA2000 1X e UMTS (que também é uma tecnologia CDMA), é ajustada continuamente ao volume de bits que está sendo transmitido. Dessa forma, se em um

---

<sup>14</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Nokia Networks, Seattle, Washington, 11 de maio de 2001.

determinado momento poucos bits estiverem sendo transmitidos, como em uma mensagem curta, menos potência será utilizada. E se mais bits estiverem sendo transmitidos, como em um videoclipe, tanto mais potência será empregada. Isto é geralmente conhecido como taxa de dados variável. Portanto, as tecnologias CDMA2000 1X e UMTS são mais eficientes no sentido em que alocam somente a potência de RF necessária para fornecer os bits que estão sendo transmitidos. O consumo da bateria varia de acordo com a potência utilizada. Assim sendo, o consumo médio da bateria é sempre relativamente menor do que nas tecnologias diferentes de CDMA.

As tecnologias GSM, incluindo GPRS e EDGE, também variam a potência de saída em relação ao número de bits que está sendo transmitido. Entretanto, são menos flexíveis na forma como adaptam a potência de saída às taxas de bits. Em teoria, elas são capazes de acrescentar ou subtrair até oito janelas de tempo, de acordo com a natureza da transmissão. Devido a esse ajuste menos refinado da potência de saída à taxa de dados, o consumo de bateria é normalmente mais elevado, quando comparado às tecnologias baseadas em CDMA que transmitem o mesmo conteúdo. Esse fenômeno parece estar ocorrendo na rede GPRS recentemente lançada pela BT Cellnet, cujos assinantes estão se queixando do consumo das baterias.<sup>15</sup>

### 2.2.2 Latência

A latência descreve o atraso de uma transmissão, desde o momento em que entra na rede até o momento em que deixa a mesma. Uma baixa latência significa pequenos atrasos e uma latência elevada, grandes atrasos. A latência pode ocorrer tanto no aparelho telefônico como na própria rede. Aquela que ocorre no aparelho ou entre ele e a estação rádio base é denominada latência de acesso. E a que ocorre a partir da estação base para a rede é denominada latência de rede. Uma baixa latência é essencial para transmissões em tempo real, que incluem conversações por voz ao vivo (mas não mensagens por correio de voz, que são insensíveis ao tempo) e vídeo bidirecional ao vivo (mas não vídeos de entretenimento, que também não dependem do tempo).

A latência *não* é um fenômeno exclusivo das redes de sistemas móveis. Ela é consequência de todas as redes, terminais e dispositivos pelos quais as transmissões devem passar e todos os gargalos (e atrasos, portanto) com que essas transmissões se deparam. Em casa, os usuários das conexões de banda larga com a Internet enfrentam a latência sob a forma de atrasos no download de websites, durante os horários de pico do tráfego (em geral, no início da noite e com clima instável). Esses atrasos são devidos à sobrecarga da largura de banda na periferia da rede.

Mais importantes, porém, são os atrasos devidos à sobrecarga da largura de banda no núcleo da rede. Digamos que um usuário de Nova York queira fazer o download de um site sediado em Seattle, por exemplo. De acordo com a carga de tráfego e os custos de

---

<sup>15</sup> "Teething problems for GPRS, as Network Availability is Not up to Scratch," ZDNet News, 14 de abril de 2001.

transmissão naquele momento, o download poderá fazer o percurso Seattle – Los Angeles – Denver – Houston – Chicago, chegando por fim a Nova York. Ele poderá utilizar redes de fibra de propriedade da Qwest, AT&T e/ou Verizon. Em cada ponto de comutação, e em particular na junção de cada rede, ele irá se deparar com atrasos e cada um desses atrasos tende a aumentar a latência. Isto significa que mesmo se uma rede de sistemas móveis estiver configurada para oferecer uma baixa latência, a operadora não poderá garantir uma latência reduzida para os usuários finais que utilizam seus aparelhos móveis para ter acesso a outras redes ou que empregam seus terminais em ambientes de RF com excesso de ruído e, portanto, com propensão a induzir latência.

### 2.2.3 Taxa de Erro de Bits

Os sinais de voz são menos suscetíveis aos erros de transmissão ou taxas elevadas de erro de bits (BER) que os sinais de dados (também conhecidos como conteúdo “não-voz”).<sup>16</sup> A razão dessa menor suscetibilidade provém da capacidade do cérebro humano de reconstruir as partes faltantes das conversações. Assim, mesmo que uma sílaba ou até uma palavra seja perdida, o cérebro irá inferir as informações perdidas a partir do contexto da conversação e irá reconstruí-la. Isto permite que as pessoas se comuniquem, mesmo com o ruído ou as interrupções presentes em chamadas de rádios móveis apenas marginalmente compreensíveis.

A transmissão de dados não oferece essa vantagem da reconstrução. Caso o conteúdo não-voz seja perdido, ele só poderá ser recuperado (caso isto seja possível) através de sofisticados algoritmos de correção de erros. Essas correções de erros, por sua vez, acrescentam códigos extras às transmissões de RF, que reduzem a taxa real de dados (ou taxa de transmissão) do conteúdo desejado. Quanto maior o número de erros, tanto maior será a correção de erros necessária e tanto menor será a taxa de dados real. Assim sendo, em ambientes imperfeitos de RF qualquer tecnologia de RF irá fornecer apenas uma fração de sua taxa de dados teórica de pico. Além das queixas sobre o consumo excessivo de baterias em seu sistema GPRS, a BT Cellnet está enfrentando também throughputs menores que os esperados no mesmo, em alguns casos de apenas 8 kbps.<sup>17</sup> Como já observamos anteriormente, à medida que as demais operadoras forem seguindo o exemplo da BT, as taxas de dados menores que o esperado passarão a ser a regra e não a exceção.

---

<sup>16</sup> Na indústria de telecomunicações, o termo “dados” refere-se normalmente ao *conteúdo* da transmissão. Esse conteúdo pode ser formado tanto por “voz” como por “dados” (algumas vezes denominados “não-voz”). Já na indústria de computação, o termo “dados” costuma se referir à *forma* da transmissão, ou seja, digital ou analógica. Ao utilizar o termo “dados” neste documento, estamos nos referindo ao conteúdo da transmissão. Em todos os casos, quer seja de voz ou não, tal conteúdo terá a forma digital. Consulte o “Chapter 10: The 3G Technologies,” do livro *Third Generation Wireless (3G): Why, When and How It Will Happen*, The Shosteck Group, Wheaton Maryland, novembro de 1999, pág. 209-210.

<sup>17</sup> “Teething Problems for GPRS, as Network Availability Is Not up to Scratch,” ZDNet News, 14 de abril de 2001, e David Neal, “Data Transfer Rates of 30 kbit/s Are Just a Pipe Dream for Now,” *IT Week*, 26 de maio de 2001.

Em todo caso, cada uma dessas questões é válida para todas as tecnologias 3G e de transição. Nós as apresentamos como considerações, que poderão se mostrar úteis para que as operadoras de redes avaliem suas alternativas de migração.

### 2.3 O Custo de Fornecer Taxas de Dados Teóricas

Em um futuro previsível, o custo de fornecer taxas de dados teóricas irá se mostrar econômica e comercialmente insustentável. De fato, oferecer algo próximo a uma taxa onipresente e consistente de 384 kbps em tempo real irá exigir enormes investimentos por parte das operadoras. Não podemos esquecer também que *as operadoras devem expandir a capacidade de RF para oferecer tais taxas de dados para o conteúdo não-voz, sem comprometer a capacidade de RF necessária para o transporte do tráfego de voz convencional*. Assim sendo, caso uma rede esteja no limite de sua capacidade, o acréscimo de recursos de dados irá comprometer a qualidade do serviço para os usuários da voz convencional.<sup>18</sup> Se o tráfego de dados provocar a degradação do serviço de voz, os assinantes desse serviço serão alienados.

No caso da CDMA2000 1X, não foi ainda divulgado o custo das redes capazes de transportar taxas elevadas de dados sem degradar a qualidade de voz. Os custos envolvidos com a tecnologia UMTS já foram divulgados, como consequência dos “concursos de beleza” realizados para se obter as licenças para 3G. Sem a utilização de redes compartilhadas, tais custos seriam de US\$ 400 por pessoa coberta, embora US\$ 200 por pessoa coberta poderiam ser suficientes.<sup>19</sup> Tais custos seriam de três a cinco vezes maiores que os necessários para se oferecer um serviço de voz aceitável. Para fins de comparação, os investimentos *cumulativos* de todas as operadoras dos E.U.A. (até sete por mercado), entre 1983 e dezembro de 2000, atingiu US\$ 89,6 bilhões.<sup>20</sup> Dada uma população de 276 milhões, isto equivale a US\$ 325 por pessoa coberta.

Gastos de capital de US\$ 200 a 400 por pessoa coberta são comercialmente inviáveis, no momento. Se considerarmos a fuga de capitais da indústria de telecomunicações, é improvável que a situação mude em breve. Portanto, em um futuro previsível, as operadoras de sistemas móveis irão investir menos em infra-estrutura 3G do que o necessário para se fornecer 384 kbps de modo onipresente e consistente. Isto, por sua vez, irá impedir o fornecimento do divulgado nirvana de vídeo full-motion e multimídia em tempo real.<sup>21</sup> Isto significa que, a curto prazo, a relevância comercial de uma 3G onipresente deverá se originar de algo que não seja uma grande largura de banda.

<sup>18</sup> Ian Channing, “Not So Fast!,” *Mobile Communications International*, abril de 2000, pág. 30.

<sup>19</sup> *Third Generation Wireless (3G): The Continuing Saga*, The Shostek Group, Wheaton Maryland, fevereiro de 2001, pág. 133-136.

<sup>20</sup> *CTIA's Semi-Annual Wireless Industry Survey*, CTIA, Washington DC, contínuo e estimativas efetuados pelo The Shostek Group.

<sup>21</sup> Uma exceção poderia ser a de certas picocélulas e microcélulas para tráfego pesado, possivelmente localizadas em centros urbanos.

Em muitos aspectos, isto irá dirigir o foco para as perspectivas de custo da Nortel e as perspectivas de aplicações e serviços da Nokia. Outros fornecedores poderão ou não concordar com tais perspectivas.

## 2.4 Uma Alternativa ao Modelo Comercial 3G com Elevada Taxa de Dados

É plausível prever que o fornecimento geral de tráfego banda larga sem fio irá se tornar comercialmente viável a partir de 10 anos no futuro. Nos próximos cinco anos, porém, ou talvez um pouco mais, os elevados custos da infra-estrutura necessária irão impedir que as operadoras ofereçam taxas de 384 kbps ou qualquer coisa próxima desse valor, de modo onipresente e consistente. Por esse motivo, será impossível oferecer, também de modo onipresente e consistente, vídeo full-motion e multimídia em tempo real.

A viabilidade comercial da 3G não irá se originar do oferecimento de banda larga em grande escala. Na verdade, ela virá do fornecimento (1) de um tráfego econômico que combine voz e dados e (2) de uma conectividade imediata, aberta e barata com a Internet.

Esta última possibilidade irá proporcionar acesso a infinitas fontes de infinitos serviços e aplicações, muitos deles disponíveis através de uma largura de banda relativamente estreita. O sucesso do I-Mode da NTT DoCoMo aponta para esse potencial. Apesar das taxas de dados de apenas 9,6 kbps, o I-Mode foi adotado pela maioria dos assinantes da DoCoMo. Dessa forma, a receita média por usuário (ARPU) aumentou 30 por cento ou mais.<sup>22</sup>

Não queremos dizer com isso que uma taxa de dados de 9,6 kbps será suficiente, porque com o tempo realmente não será. À medida que as redes 3G e suas proxies 2.5G forem sendo lançadas, elas irão permitir larguras de banda maiores que 9,6 kbps, ainda que com valores inferiores às taxas prometidas pela hipérbole da indústria. Como já mencionamos anteriormente, as operadoras que se pronunciaram sobre o assunto situam esses valores na faixa de 20 a 40 kbps. Em um futuro previsível, isto poderá emergir como um benchmark da indústria. Taxas de dados maiores serão consideradas um dividendo extra.

Até o momento, a SKT é uma empresa singular, entre todas as operadoras do mundo, por ter sido a única a realizar uma experiência significativa com a operação comercial de uma rede 3G. Com base nessa experiência, ela talvez esteja mais ciente e mais cuidadosa que outras operadoras sobre o compromisso existente entre o fornecimento de serviços comercialmente viáveis, por um lado, e elevadas taxas de dados, pelo outro.

---

<sup>22</sup> *Third Generation Wireless (3G): The Continuing Saga*, pág. 13-26.

Como já vimos anteriormente, a SKT está agora fornecendo taxas entre 70 e 90 kbps a 180.000 assinantes comerciais da CDMA2000 1X. Isto, dentro de uma base de clientes que gira em torno de 12 milhões de pessoas. Apesar de sua grande realização técnica, a SKT entende que serão os motivos econômicos e não os tecnológicos a limitar as taxas de dados oferecidas a seus clientes, em última análise. A empresa observa que, com apenas 180.000 clientes 3G, ela não gerou tráfego suficiente para que surjam problemas com sobrecarga ou implementação. Ela prevê, no entanto, um inevitável compromisso entre voz e capacidade de dados. Por essa razão, a SKT antecipa taxas de dados econômicas entre 30 e 50 kbps – ou seja, o que será capaz de oferecer de forma econômica para cada cliente, mantendo ao mesmo tempo uma qualidade de serviço aceitável. A empresa acredita que a situação será a mesma para qualquer tipo de rede, seja ela CDMA2000 1X, como a sua própria, ou com tecnologia UMTS. Ela não vê diferenças de custo entre as infra-estruturas dessas duas tecnologias 3G. O problema de 3G da SKT não é técnico e sim comercial, proveniente da necessidade de “converter serviços 3G em receita”. Para isso, está se empenhando em fornecer serviços de voz e dados com qualidade “razoável”, a fim de “satisfazer... os clientes razoavelmente, mas não absolutamente”. A SKT percebeu que é perigoso tentar oferecer taxas de dados elevadas e obter uma satisfação absoluta dos clientes ao mesmo tempo. Para conseguir ambos teria que investir pesadamente, reduzindo assim sua chance de lucro.<sup>23</sup>

Em suma, a SKT encara a questão central da 3G não como taxas de dados elevadas, mas como taxas de dados rentáveis. Ela acredita que um enfoque nas taxas de dados e nas tecnologias que possam fornecê-las desvia a atenção da questão básica perseguida pela empresa – gerar lucros com o fornecimento de serviços 3G.

À medida que outras operadoras reconhecerem e adotarem esse ponto de vista, elas poderão mudar suas perspectivas de longo prazo. Ao invés de dirigir seu foco para um objetivo distante e comercialmente incerto das taxas de dados de 144 kbps ou mais, elas poderão redirecionar o foco para o objetivo imediato e comercialmente rentável das taxas de dados situadas entre 30 e 50 kbps. À medida que ocorrer esse redirecionamento do foco, as atuais operadoras de TDMA/IS-136 poderão considerar mais seriamente a adoção da **cdmaOne** como via de transição para a 3G.

---

<sup>23</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Seul, 29 de maio de 2001.

## 3 *Uma Análise das Vias Convencionais de Migração para 3G*

---

### 3.1 Introdução

Para que seja possível compreender as opções de migração abertas às operadoras de TDMA/IS-136, vamos começar examinando as vias de migração já concebidas para as principais tecnologias 2G: GSM, **cdmaOne** e TDMA/IS-136. Este capítulo analisa e expande partes de nossas abordagens anteriores. Após essa análise, examinamos a possibilidade de adotar a CDMA2000 1X como uma alternativa de migração para TDMA. Não analisamos a PDC, uma tecnologia 2G exclusiva do Japão e que será substituída pelas tecnologias UMTS e CDMA2000 1X.

Uma via de migração já estabelecida para TDMA/IS-136 assume uma transição inicial para o GSM, com a adoção subsequente de GPRS e EDGE e uma implementação final da tecnologia UMTS, que é o padrão 3G geralmente aceito para GSM.

Ao examinar essa via estabelecida, descobre-se o que poderiam vir a ser barreiras para as operadoras de TDMA que implementam o GSM. Devido a essas barreiras, algumas operadoras de TDMA talvez possam reavaliar as vantagens globais de custo da opção GSM e considerar a CDMA2000 1X (também denominada CDMA 1xRTT) como uma alternativa para a habilitação de serviços 3G. Isto será particularmente útil para as operadoras que operam no espectro de 800 MHz.<sup>24</sup>

### 3.2 Via de Migração para as Atuais Operadoras de GSM<sup>25</sup>

A via de migração para as atuais operadoras de GSM prevê as etapas de aperfeiçoamento GPRS e EDGE para a tecnologia GSM, seguidas pela transição para UMTS em um novo espectro. A implementação de GPRS e EDGE poderá ocorrer nos

---

<sup>24</sup> “O espectro de rádio é a porção do espectro de energia eletromagnética utilizada pelas ondas de rádio. ‘Serviços de rádio’ constituem categorias de utilização do rádio. A ação de reservar faixas de frequência (ou bandas) no espectro de rádio para os serviços de rádio é uma função do governo denominada alocação de espectro ou alocação de frequências”. Extraído do livro de Bennett Z. Kobb, *Spectrum Guide*, New Signals Press, Falls Church, Virgínia, 1994, pág. 8. Utilizamos, neste white paper, os termos “espectro” e “frequência” sem distinção.

<sup>25</sup> The Shosteck Group, *Third Generation Wireless (3G): Why, When, and How It Will Happen*, Wheaton Maryland, novembro de 1999, pág. 194-205.

espectros de 900, 1800 e/ou 1900 MHz, nos quais a tecnologia GSM está atualmente implementada. Essa migração assume a disponibilidade de aparelhos telefônicos multimodo/multibanda, que irão permitir uma operação perfeitamente consistente entre os sistemas GSM (incluindo GPRS-EDGE) e UMTS – que em um futuro previsível será implementado nos espectros de 1900 e 2100 MHz.

### 3.2.1 Serviço Geral de Rádio por Pacotes (GPRS)

O Serviço Geral de Rádio por Pacotes (General Packet Radio Service - GPRS) é considerado o primeiro passo na transição para a 3G. O GPRS aperfeiçoa a *rede* GSM ao sobrepor uma arquitetura de pacotes à arquitetura já existente de comutação por circuitos. Ele permite que as operadoras de GSM obtenham experiência com a operação de redes por pacotes, a bilhetagem de tráfego em pacotes e o fornecimento de aplicações IP baseadas em pacotes no que será um ambiente combinado de comutação por circuitos e pacotes. Em teoria, o GPRS permite que a rede de sistemas móveis tenham acesso à Internet com velocidades de até 115 kbps. Como já vimos no capítulo anterior, na prática as taxas vão variar entre 10 e 40 kbps, embora seja possível atingir até 50 kbps. Vimos também no capítulo anterior que a empresa BT está operando, por enquanto, a taxas de apenas 8 kbps. Esse número deverá aumentar, porém, à medida que a tecnologia for amadurecendo.

O custo de implementação do GPRS é apenas uma fração do custo necessário para implementar o UMTS. Em teoria, as operadoras de GSM serão capazes de incorporar a infra-estrutura do GPRS aos futuros sistemas UMTS. Essa possibilidade irá reduzir o risco de o GPRS tornar-se uma tecnologia órfã e um investimento perdido. De fato, isto faz com que a infra-estrutura do GPRS (embora não os terminais) pareça “livre” para as operadoras de GSM que planejam a transição para a 3G. O GPRS requer um terminal bimodal GSM-GPRS. Uma vez atingida a economia de escala de produção, as primeiras classes de terminais GSM-GPRS terão um custo apenas ligeiramente superior ao dos terminais GSM convencionais.<sup>26</sup>

### 3.2.2 [Taxa] de Dados Aprimorada para Evolução Global (EDGE)

A [Taxa] de Dados Aprimorada para Evolução Global (Enhanced Data [Rate] for Global Evolution - EDGE) está sendo divulgada como um complemento do GPRS. De fato, a EDGE iria aperfeiçoar a *interface aérea* com a Rede GSM. Em teoria, a integração

---

<sup>26</sup> Os terminais de GPRS são definidos em termos de “classes.” Cada classe especifica uma permuta de time slots de enlaces ascendentes e descendentes, que o terminal agrega para oferecer maiores taxas de dados. O padrão do GPRS especifica 29 classes diferentes, embora esse número não deva ser produzido. As primeiras classes de terminais GPRS irão especificar as taxas de dados mais baixas e, uma vez produzidas em larga escala, é provável que sejam apenas ligeiramente mais caras que os aparelhos telefônicos GSM. As classes mais recentes irão especificar as taxas de dados mais elevadas, o que irá exigir mais componentes. Elas deverão ser sensivelmente mais caras que os aparelhos GSM.

da EDGE com o GPRS deveria viabilizar taxas de dados de até 384 kbps. No mundo da TDMA/IS-136, a EDGE será provavelmente implementada como parte integrante de uma nova rede GSM. Por essa razão, a implementação de uma rede GSM-EDGE “virgem” seria teoricamente mais simples que integrar a EDGE a uma rede GSM já estabelecida.

A implementação da EDGE, porém requer mais que uma simples atualização de software. Ela exibe características de modulação diferentes, tanto em relação à TDMA como ao GSM. Por isso, a combinação GSM-EDGE poderá exigir alterações e/ou acréscimos aos subsistemas de hardware das estações rádio base. Isto poderá envolver amplificadores, combinadores e isoladores. Além disso, a EDGE poderá exigir também mudanças nos padrões de reutilização estabelecidos, o que implicaria alterações nas antenas das estações rádio base. É importante lembrar ainda que a EDGE exibe uma provisão de enlace 4 a 7 dB mais reduzida que a do GSM. Essa deficiência poderia ser compensada por estações rádio base em maior número.<sup>27</sup> Por essas razões, talvez a implementação da EDGE seja mais complexa do que alguns previram inicialmente.

A tecnologia EDGE deverá utilizar as mesmas frequências da combinação GSM-GPRS, além de exigir aparelhos telefônicos trimodais, próprios para GSM-GPRS-EDGE. Alguns observadores chamam a atenção para o desafio de engenharia que será a imposição de uma arquitetura em pacotes aos time slots GSM agregados. A extensão desse desafio é sugerida pelos atrasos no fornecimento de aparelhos telefônicos GPRS comerciais e pelo limitado throughput de dados apresentados pelos mesmos até agora. Vem corroborar essa observação o fato de que nenhum fornecedor demonstrou ainda um protótipo de aparelho telefônico EDGE. Por esses motivos, é ainda incerto quando os aparelhos EDGE irão se tornar comercialmente disponíveis (caso isto ocorra) e, caso se tornem disponíveis, quais taxas de dados irão apresentar.<sup>28</sup> Há ainda a questão adicional do custo desses aparelhos telefônicos GSM-GPRS-EDGE.

A partir dos fatos acima expostos, mesmo assumindo que os aparelhos EDGE tornem-se comercialmente disponíveis, algumas operadoras de GSM deverão dispensar a tecnologia EDGE, migrando diretamente do GSM ou GPRS diretamente para o UMTS.

### 3.2.3 Serviço Telefônico Móvel Universal (UMTS)

O Serviço Telefônico Móvel Universal (Universal Mobile Telephone Service - UMTS) é o padrão 3G aceito para as operadoras de GSM. O UMTS requer um par de canais de RF de 5 MHz, quatro vezes mais amplo que o par de canais de 1,25 MHz necessários para CDMA2000. Por essa razão, o UMTS é denominado algumas vezes “CDMA banda larga” (W-CDMA). Ao migrar para o UMTS, as operadoras irão ter

<sup>27</sup> “EDGE400 Compensates EDGE’s 4-7dB Weaker Link Budget,” Apresentação com slides, (GSM400General.PTT/ver 2.0 3.1.2000, J1a), Nokia, Helsinki, 1999.

<sup>28</sup> “Handsets Hold the Key to Survival of Edge,” *3G Mobile*, 12 de dezembro de 2000, pág. 1-2.

acesso a um espectro adicional, assim como à maior capacidade e à funcionalidade expandida da nova tecnologia. O UMTS incorpora ainda um vocoder (codec) variável mais eficiente. Em comum com a CDMA2000 1X, esse vocoder irá elevar a capacidade de voz de uma determinada faixa do espectro. Já mencionamos que, fora das Américas, o UMTS está sendo implementado nas frequências de 1900 MHz (enlace ascendente) e 2100 MHz (enlace descendente). Devido a essa característica, algumas operadoras não poderão migrar para o UMTS, principalmente aquelas sediadas nas Américas que estão utilizando as frequências de 1900 MHz para a tecnologia PCS.<sup>29</sup> A alocação de outras frequências para o UMTS poderá se revelar possível ou não. Os bem conhecidos insucessos de operadoras americanas em adquirir frequências no espectro de 700 MHz (ocupado pelas emissoras de TV), 1700 MHz (ocupado pelos militares) ou 2500-2600 MHz (ocupado por emissoras educacionais) fornecem alguns exemplos.

Com a única exceção do Japão (que está construindo redes UMTS autônomas), as operadoras de UMTS irão empregar terminais multimodo e multibanda. Esses terminais irão permitir handoffs perfeitamente consistentes entre o que serão redes GSM-GPRS (ou GSM-GPRS-EDGE) totalmente implementadas e redes UMTS parcialmente implementadas. Esses handoffs consistentes irão permitir que as operadoras desenvolvam redes UMTS à medida que a tecnologia vá amadurecendo e a demanda vá crescendo, de forma bastante semelhante às operadoras do espectro de 800 MHz nas Américas do Norte e do Sul, que desenvolveram redes digitais como extensões de suas redes analógicas a partir de meados dos anos 90.

Em suma, a transição para UMTS irá permitir a vantagem de um investimento gradual em infra-estrutura, perfeitamente adaptado à demanda. Ela irá introduzir, porém, a desvantagem de terminais complexos e caros.

### **3.3 Via de Migração para Operadoras de TDMA/IS-136**

A migração da TDMA/IS-136 para a 3G deveria ser originalmente paralela à migração do GSM para a 3G. As operadoras de TDMA deveriam ter sobreposto a tecnologia GPRS baseada em pacotes à sua infra-estrutura TDMA. Em seguida, deveriam ter introduzido uma interface de RF da tecnologia EDGE. No entanto, com a adoção do GSM pela AT&T, essa via de migração foi alterada. Assume-se atualmente que as operadoras de TDMA irão antes implementar uma rede GSM em seu atual espectro de 800 e/ou 1900 MHz, já atribuído. Com isso, terão um estrutura sobreposta ou em paralelo à sua rede TDMA estabelecida. Em seguida, elas irão seguir a via das operadoras de GSM, efetuando a migração de suas redes GSM para GPRS, talvez para EDGE e por fim para UMTS. Em teoria, essa mudança na via de migração irá permitir que as operadoras

---

<sup>29</sup> Apenas uma parte das frequências alocadas para o PCS se sobrepõe às frequências alocadas para o UMTS. De acordo com a designação de frequência, algumas operadoras poderão implementar o UMTS a 1900 MHz e outras não.

de TDMA se beneficiem dos avanços em pesquisa e desenvolvimento e das economias de escala já desfrutados pelo mundo GSM.

Enquanto conceito, essa abordagem é coerente. Ela apresenta, porém, pelo menos quatro desafios de implementação, todos eles referentes às operadoras de TDMA/IS-136 que ocupam as frequências de 800 MHz. Dois deles referem-se às operadoras de TDMA que ocupam as frequências de 1900 MHz.

1. O equipamento de GSM está disponível, por enquanto, apenas para as frequências de 900, 1800 e 1900 MHz. Não há ainda infra-estrutura nem terminais disponíveis para as frequências de 800 MHz, nas quais houve implementação das principais operadoras de TDMA/IS-136. As empresas Nokia, Ericsson, Motorola e Nortel prometeram uma infra-estrutura para GSM 800, mas terão ainda que produzi-la. Isto significa que as operadoras de TDMA designadas ao espectro de 800 MHz não poderão iniciar sua migração para a 3G enquanto os fornecedores não entregarem a infra-estrutura para GSM 800 e, o que é mais importante, os terminais GSM 800. Nos E.U.A., esse problema irá afetar a Cingular, que detém a maior parte do espectro de 800 MHz entre todas as operadoras de TDMA. Na América Latina, isto irá afetar praticamente todas as operadoras de TDMA.
2. Por questões de custo e complexidade, dificilmente os fabricantes irão produzir terminais AMPS-TDMA-GSM. Assim, por exemplo, o terminal S47 da Siemens, que deverá ser lançado nos E.U.A. durante o quarto trimestre de 2001, irá oferecer recursos TDMA-GSM bimodais e multibanda. Devido aos custos, porém, não irá oferecer recursos analógicos para AMPS.<sup>30</sup> A Siemens não planeja produzir telefones AMPS-TDMA-GSM.<sup>31</sup> No entanto, várias operadoras de TDMA/IS-136 em 800 Mhz não estenderam suas redes TDMA/IS-136 para as áreas rurais, deixando de oferecer a mesma cobertura de suas redes analógicas. A título de exemplo, no final de 2000 a empresa canadense Rogers AT&T Wireless divulgou uma cobertura analógica para 93 por cento da população do Canadá, em contraste com uma cobertura digital de apenas 83 por cento.<sup>32</sup> E o que é mais importante, a cobertura digital de redes AMPS-TDMA pode se mostrar incompleta em áreas urbanas. Isto é devido à maior atenuação de conversações discerníveis de voz, uma característica das tecnologias GSM e

---

<sup>30</sup> Press release, “Siemens Challenges U.S. Mobile Phone Market with GSM/TDMA Handset to Capitalize on Carriers’ Interest in Globally Dominant GSM Standard,” Siemens AG, Las Vegas, 21 de março de 2001.

<sup>31</sup> Comunicação pessoal, Martin Fichter, Diretor de Marketing de Produtos, E.U.A., Siemens, San Diego, Califórnia, 19 de abril de 2001.

<sup>32</sup> 2000 Annual Report, Rogers-AT&T Wireless, Toronto, 2001, pág. 1.

TDMA/IS-136. Nesses “buracos” digitais, sejam rurais ou urbanos, os assinantes poderão tentar o handoff de TDMA para AMPS sempre que as chamadas TDMA apresentarem degradação. Mas sem recursos analógicos, os telefones GSM-TDMA irão impedir a execução desses handoffs. Como consequência, as operadoras de TDMA dos 800 MHz terão que implementar uma cobertura de células GSM mais densa (e portanto mais cara) que a inicialmente prevista. Sem essa implementação, elas irão se arriscar a oferecer um serviço deficiente aos novos assinantes de GSM. A Siemens reconhece a existência de tal desafio, mas prevê também que as operadoras de TDMA irão desenvolver rapidamente seus sistemas GSM para fechar esses buracos.<sup>33</sup> Esse problema de cobertura não existe com a tecnologia **cdmaOne**. De fato, o enlace de RF em CDMA foi projetado para fornecer uma cobertura igual ou superior à do sistema AMPS. Testes de campo confirmaram o projeto efetuado.<sup>34</sup>

3. Não há, por enquanto, uma forma de transferir o variado portfólio de aplicações e serviços do GSM para uma rede TDMA/IS-136. Desse modo, mesmo com telefones GSM-TDMA multimodo, os assinantes de GSM não poderão utilizar os serviços GSM quando estiverem em roaming em redes TDMA. Fornecedores e operadoras estão analisando meios de contornar esse desafio, sob o acrônimo GAIT. No entanto, permanece a questão de se e quando a necessária infraestrutura GAIT e especialmente os telefones GAIT estarão disponíveis. Vamos discutir esse assunto mais detalhadamente no próximo capítulo.
4. Em muitos países das Américas do Norte e do Sul, onde a tecnologia TDMA/IS-136 foi bastante implementada, a parte inferior do espectro de 1900 MHz (que em outros lugares está alocada para UMTS) está sendo utilizada pelos Serviços de Comunicações Pessoais (PCS). Isto significa que não há um espectro disponível para as operadoras de TDMA, quer estejam utilizando as frequências de 800 ou 1900 MHz, que lhes permita migrar de GSM-GPRS-EDGE para UMTS. O Brasil é uma exceção, pois o órgão regulador do país, a ANATEL, alocou o PCS nas frequências GSM de 1800 MHz. Embora a ANATEL não tenha tomado decisões formais sobre a 3G, sua alocação dos serviços PCS no espectro de 1800 MHz deixou as frequências de 1900 e 2100 MHz abertas para o UMTS.

A empresa AT&T, que precipitou o movimento das operadoras de TDMA/IS-136 em direção ao GSM, pode ser um caso à parte. Ao contrário da Cingular, a outra grande operadora de TDMA dos E.U.A., ela reuniu um volume desproporcional de frequências no espectro de 1900 MHz, nas 12 maiores áreas metropolitanas do país.<sup>35</sup> A AT&T

<sup>33</sup> Comunicação pessoal, Martin Fichter, Diretor de Marketing de Produtos, E.U.A., Siemens, San Diego, Califórnia, 19 de abril de 2001.

<sup>34</sup> Comunicação pessoal, Dr. Charles Wheatley, Vice-presidente sênior – Tecnologia, QUALCOMM Inc., San Diego, Califórnia, 25 de maio de 2001.

<sup>35</sup> Tais áreas incluem Atlanta, Baltimore, Boston, Chicago, Dallas, Detroit, Houston, Los Angeles, Nova York, Filadélfia, San Francisco e Washington DC.

detém licenças para o espectro de 1900 MHz em 9 desses 12 maiores mercados.<sup>36</sup> A Cingular, por sua vez, detém tais licenças em apenas quatro deles.<sup>37</sup> Dessa forma, ao adotar o GSM como via de migração para a 3G, a AT&T pode estar respondendo ao que reconhece como uma vantagem competitiva – uma vantagem que a Cingular, seu principal concorrente, não será capaz de igualar.

Em suma, está claro o conceito de adotar o GSM como via de migração da TDMA/IS-136 para a 3G. Na prática, porém, há uma série de barreiras para seguir essa via. No caso das operadoras TDMA dos 800 MHz, há uma incerteza na disponibilidade de equipamentos GSM 800, principalmente telefones, além da necessidade potencial de uma rede GSM inesperadamente densa. E no caso das operadoras tanto de 800 como de 1900 MHz, existe o potencial impedimento de utilização, pelos assinantes, dos serviços GSM quando estiverem em roaming em redes TDMA. Além disso, há ainda a incerteza sobre a futura disponibilidade de espectro para a implementação do UMTS.

Não devemos desprezar também as questões de custos dos aparelhos telefônicos. De fato, os aparelhos bimodais GSM-TDMA são inerentemente caros e serão úteis apenas em nichos de mercado. Como tais, eles não irão se beneficiar da economia de escala – que será de modo geral desfrutada pela comunidade GSM. Vamos discutir tal economia em nosso próximo capítulo.

### 3.4 Via de Migração para Operadoras de cdmaOne

A via de migração inicial para as operadoras de **cdmaOne** começa pela atual tecnologia **cdmaOne** (também conhecida como CDMA/IS-95 ou CDMA/IS-95-A), passando opcionalmente pela CDMA/IS-95-B (implementada apenas no Japão, na Coréia e recentemente no Peru) e concluindo com a CDMA/IS-95-C ou CDMA 1xRTT (Um Multiplicado por Tecnologia de Transmissão de Rádio ou One Times Radio Transmission Technology). A CDMA 1xRTT é geralmente abreviada como CDMA2000 1X e algumas vezes como CDMA2000 1x.

O próximo passo na evolução é a CDMA2000 1x EV-DO (Evolução – Apenas Dados). Embora o cronograma de sua implementação ainda não esteja definido, a Sprint antecipa sua disponibilidade comercial para o início de 2003. A Sprint está cautelosa em sua adesão à EV-DO, preferindo antes observar como o mercado de dados vai se desdobrar antes de assumir um compromisso.<sup>38</sup> Outras empresas prevêem que a EV-DO irá se tornar comercialmente disponível no final de 2002. A tecnologia CDMA2000 1x

---

<sup>36</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, AT&T Wireless, Seattle, Washington, 31 de maio de 2001.

<sup>37</sup> Comunicação pessoal, Jeff Cannon, Diretor de Relações com o Investidor, Cingular, Atlanta, Georgia, 31 de maio de 2001.

<sup>38</sup> Comunicação pessoal, Oliver Valente, Diretor de Tecnologia, Sprint PCS, Kansas City, 24 de abril de 2001.

EV-DV (Evolução – Dados e Voz) deve ser implementada futuramente. A Motorola demonstrou essa tecnologia durante o primeiro trimestre de 2001 e já propôs um padrão juntamente com a Nokia, a Philips Semiconductors e a Texas Instruments. Na época o grupo antecipou que o padrão seria estabelecido em maio de 2001.<sup>39</sup> Agora parece mais provável que isto vá ocorrer no final de 2001.

### 3.4.1 cdmaOne/IS-95-A

A tecnologia **cdmaOne/IS-95-A** oferece suporte a sinais de voz comutados por circuitos e dados comutados por circuitos ou pacotes, com velocidades de até 14,4 kbps. Devido ao enfoque inicial de fornecedores e operadoras em sinais de voz, historicamente a **cdmaOne/IS-95-A** tem sido utilizada apenas para voz comutada por circuitos e, mais recentemente, para um pequeno volume de dados comutados por circuitos.

### 3.4.2 cdmaOne/IS-95-B

A tecnologia **cdmaOne/IS-95-B** oferece suporte a sinais de voz comutados por circuitos e dados comutados por pacotes. As empresas KDDI, no Japão, e SKT, na Coreia, vêm implementando essa tecnologia desde 1999. Em teoria, ela fornece taxas de dados de até 115 kbps, atingindo geralmente valores práticos de 64 kbps. A **cdmaOne/IS-95-B** está sendo agora substituída pela CDMA2000 1X, de maior capacidade e velocidade, e dificilmente será implementada em outras regiões.

### 3.4.3 CDMA2000 1X

A tecnologia CDMA2000 1X foi historicamente considerada como a primeira fase de migração da **cdmaOne** para a 3G. Como já observamos no Capítulo Um, a ITU já considera essa tecnologia como 3G. Ela oferece suporte a voz comutada por circuitos e dados comutados por pacotes no mesmo canal de RF. Em teoria, a CDMA2000 1X Versão A permite taxas de dados de até 307 kbps ou mesmo superiores, de acordo com o ambiente de RF. A anterior representa uma elevação de dez vezes sobre a taxa de 14,4 kbps oferecida pela **cdmaOne**, sendo compatível com o padrão de desempenho aceito para a 3G.

Em outubro de 2000, a empresa coreana SK Telecom (SKT) lançou, utilizando equipamento Samsung, o primeiro serviço CDMA2000 1X comercial, em seu espectro já ocupado de 800 MHz. Na época, ela anunciou planos de cobrir todas as regiões urbanas do país durante o segundo trimestre de 2002.<sup>40</sup> Em maio de 2001, outras duas empresas

<sup>39</sup> Press release, "Motorola Successfully Demonstrates Industry-First CDMA 1xEV-DV Solution in Lab," Motorola, Inc., Arlington Heights, Illinois, 19 de março de 2001 e "Motorola Transmits Live Video in CDMA 1xEV-DV Test," *RCR Wireless News*, 26 de março de 2001, pág. 33.

<sup>40</sup> Hung Song e John S. Csapo, *3G in Korea*, CDG Divergent Series, Samsung, Seul, 17 de abril de 2001.

coreanas, LG Telecom (LGT) e Korea Telecom Freetel (KTF), também lançaram um serviço comercial utilizando a CDMA2000 1X em seus espectros já ocupados. Na época, a LGT declarou que iria cobrir todo o país até o final do ano.<sup>41</sup> Nos E.U.A., as empresas Verizon e Sprint PCS deverão implementar a tecnologia CDMA2000 1X até o final de 2001.<sup>42</sup>

Os lançamentos efetuados pelos coreanos ilustram a flexibilidade e a plena disponibilidade comercial da CDMA2000 1X. As empresas SKT e KTF receberam licenças 3G para implementar o UMTS nos espectros de 1900 e 2100 MHz. No entanto, enquanto aguardam a oferta comercial e os testes de uma infra-estrutura e de telefones UMTS, estão implementando primeiramente a tecnologia CDMA2000 1X em seu espectro atual.

#### 3.4.4 CDMA2000 1x EV-DO

A tecnologia CDMA2000 1x EV-DO oferece suporte, em canais de RF separados, a sinais de voz comutados por pacotes e dados de alta velocidade comutados por pacotes. O canal de voz facilita a manutenção da baixa latência necessária para a transmissão de conversações bidirecionais. O canal de dados exibe o roteamento flexível e as vantagens de transmissão de baixo custo de uma rede em pacotes. A CDMA2000 1x EV-DO oferece taxas de dados teóricas de até 2,4 Mbps. Em princípio, a utilização de canais separados para voz e dados requer mais largura de banda que um canal combinado. Na prática, porém, a desvantagem do espectro diminui à medida que aumenta o tráfego de dados. Isto é válido especialmente para as operadoras com maior número de faixas no espectro e elevados throughputs.

Um detalhe importante – e em alguns casos não totalmente reconhecido – é que a migração da **cdmaOne** para a CDMA2000 1X e tecnologias posteriores oferece uma utilização mais flexível do espectro, se comparada às migrações de GSM para UMTS e de TDMA/IS-136 para UTMA através de GSM. Sob os conceitos atuais, o GSM não estará disponível para as frequências de 1900 e 2100 MHz alocadas para o UMTS. Este, por sua vez, não estará disponível para as frequências de 800, 900, 1800 e 1900 MHz alocadas para GSM. No entanto, as operadoras têm condições de implementar a tecnologia CDMA2000 1x EV-DO (e possivelmente também a EV-DV) nos espectros recém-atribuídos de 1900 e 2100 MHz e/ou nos espectros já estabelecidos de 800 e/ou 1900 MHz.<sup>43</sup> Como já comentamos anteriormente, as empresas coreanas SKT, LGT e KTF já implementaram a CDMA2000 1X nos espectros que estavam ocupando. Além disso, a operadora japonesa KDDI pretende implementar a CDMA2000 1X em um

<sup>41</sup> Nathan Lynch, "South Korea Delivers on 2.5G Promise," *WapWeek*, 3 de maio de 2001.

<sup>42</sup> Dan Meyer, "Sprint Says It Has Ample Spectrum for 3G Services," *RCR Wireless News*, 26 de março de 2001, pág. 34.

<sup>43</sup> No caso único da Coréia, o espectro atualmente alocado é de 1700 MHz.

espectro recém-atribuído. A maioria das operadoras deverá implementar a tecnologia CDMA2000 1X em espectros já ocupados.

Essa utilização flexível do espectro é uma das vantagens da CDMA2000 1X. Ao permitir que as operadoras utilizem o espectro já em uso, ela pode poupar às mesmas os custos evidentes das licitações por novas faixas no espectro 3G ou, no caso dos “concursos de beleza”, os custos ocultos de requerer tais faixas. Os custos do segundo caso podem ser consideráveis, principalmente quando incluem condições onerosas para a construção de redes. A Suécia, por exemplo, não taxa as licenças para 3G. No entanto, exige que cada licenciado gaste o equivalente a US\$ 3 bilhões ou mais na construção de redes que cubram *todo* o país, em até *dois anos* a partir da concessão da licença.<sup>44</sup> (O órgão regulador já reduziu essas exigências, permitindo que o licenciado compartilhe até 70 por cento da infra-estrutura de 3G).

As operadoras que implementam a tecnologia CDMA2000 1X em seus espectros já ocupados não tiram proveito da capacidade adicional oferecida por um novo espectro. Essa desvantagem, porém, é compensada até certo ponto por um algoritmo de codificação mais eficiente, incluído na CDMA2000 1X. Esse algoritmo dobra a capacidade teórica da **cdmaOne**, embora na prática o ganho de capacidade fique próximo dos 50 por cento, sem degradação de voz.<sup>45</sup> As tecnologias EDGE e UMTS também vão incluir um algoritmo de codificação mais eficiente, obtendo assim os ganhos de capacidade associados. A tecnologia GPRS, por sua vez, não é capaz de oferecer ganhos de capacidade pelo fato de ser uma arquitetura de rede e não uma interface de RF.

### 3.5 CDMA2000 1X como Alternativa para as Operadoras de TDMA/IS-

Nossa análise anterior comparou resumidamente as vias de migração já assumidas para a 3G, a partir das tecnologias TDMA/IS-136 e **cdmaOne**. Ela revelou quatro barreiras em potencial para as operadoras de TDMA que desejam adotar o GSM.

1. A incerteza sobre a disponibilidade da infra-estrutura GSM 800 e especialmente dos terminais TDMA-GSM.
2. A incerteza de que os terminais TDMA-GSM irão permitir o acesso às aplicações e serviços GSM em redes TDMA.
3. A possível necessidade de implementar uma rede GSM mais densa do que a originalmente prevista.

<sup>44</sup> Almar Latour, “Sweden Shocks Telia by Rejecting Its Bid for New Wireless Licenses,” *The Wall Street Journal*, 18 de dezembro de 2000.

<sup>45</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Seul, Coréia, 29 de maio de 2001.

4. A incerteza sobre a disponibilidade de espectro em 1900 e 2100 MHz que permita a migração para o UMTS.

As operadoras de TDMA/IS-136 que ocupam as frequências de 800 MHz irão enfrentar todas as quatro barreiras.

No caso das operadoras de TDMA/IS-136 que ocupam as frequências de 1900 MHz, a infra-estrutura GSM está disponível e a Siemens, pelo menos, está prometendo lançar terminais TDMA-GSM até o final do ano. Essas operadoras têm implementado redes para oferecer uma cobertura digital aceitável. No entanto, a exemplo das operadoras de TDMA 800, mesmo quando os terminais TDMA-GSM estiverem disponíveis não haverá certeza de que permitirão aos assinantes o acesso aos serviços e aplicações GSM em redes TDMA. Da mesma forma, as operadoras de TDMA 800 enfrentam a incerteza sobre a disponibilidade de espectro para o UMTS.

Ao permitir a transição para a 3G no espectro já ocupado pela operadora, seja em 800 ou 1900 MHz, a tecnologia CDMA2000 1X elimina tais incertezas. A infra-estrutura e os terminais para CDMA2000 1X estão disponíveis para as frequências dos espectros de 800 e 1900 MHz. Além disso, todos os terminais da CDMA2000 1X para 800 MHz possuem um modo analógico, garantindo assim a cobertura de buracos não digitais da rede. As operadoras já possuem o espectro para atuar. Por fim, a eficiência 50 por cento maior (ou mais) da CDMA2000 1X e suas derivações oferece capacidade para aplicações com maior largura de banda e também maior volume de sinais de voz.

São todas vantagens significativas. Por essas razões, é recomendável que as operadoras de TDMA/IS-136 reavaliem a totalidade dos benefícios de custo da **cdmaOne** em relação ao GSM e considerem a **cdmaOne** e suas derivações para a habilitação de serviços 3G.

O próximo capítulo compara com mais detalhes as alternativas GSM e **cdmaOne**.

## 4 *Comparação das Vias de Migração*

---

### 4.1 Introdução

Descrevemos, no capítulo anterior, quatro barreiras em potencial e as conseqüentes incertezas atualmente enfrentadas pelas operadoras de TDMA/IS-136 que optarem pelo GSM como via de migração para a 3G. Consideramos que duas delas são especialmente importantes.

1. A incerteza sobre quando os fornecedores irão desenvolver e fornecer infraestrutura GSM para 800 MHz – principalmente os aparelhos telefônicos. Isto irá afetar as operadoras de TDMA designadas ao espectro de 800 MHz.
2. A incerteza sobre quando e em que freqüências o espectro de UMTS estará finalmente disponível. Isto irá afetar as operadoras de TDMA designadas aos espectros de 1900 e/ou 800 MHz.

Vamos examinar mais detalhadamente, neste capítulo, o tempo eventualmente necessário para se desenvolver e implementar uma infra-estrutura e aparelhos telefônicos para GSM 800. Vamos introduzir a questão, algumas vezes negligenciada, da compatibilidade retroativa das estações rádio base **cdmaOne** com centrais TDMA/IS-136 herdadas e como essa questão poderá afetar o custo da transição para a 3G. Por fim, vamos discutir os custos plausíveis dos telefones.

Em alguns casos, encontramos vantagens aparentes da **cdmaOne**, enquanto em outros vemos vantagens aparentes para o GSM. No total, mantivemos a conclusão do capítulo anterior, ou seja, de que as incertezas da transição deixam aberta às operadoras de TDMA a possibilidade de analisar a CDMA como via alternativa em direção à 3G.

### 4.2 O Tempo Necessário para se Desenvolver e Implementar uma Infra-estrutura

Em fevereiro de 2000, a Nokia anunciou que iria começar a “fornecer sistemas... [de tecnologias GSM para 800 MHz] durante a segunda metade de [2001]”.<sup>46</sup> Seguiram-se então anúncios similares da Ericsson, da Motorola e da Nortel. Essa nova alternativa para

---

<sup>46</sup> Press release, “Nokia Expands GSM Success with GSM 800 to Secure Solid Evolution to 3G,” Nokia, Nova York, 6 de fevereiro de 2001.

GSM expandiu as opções de migração para as operadoras de TDMA/IS-136 que utilizam as frequências de 800 MHz.

No entanto, a implementação do GSM 800 enfrenta alguns desafios. Os vários fornecedores devem ainda decidir como alocar seus recursos finitos e a recente onda de reduções de pessoal não facilita essa decisão. Tal situação levanta então duas questões.

1. Os fornecedores terão condições de oferecer o GSM 800 em tempo hábil?
2. E o que é mais importante, os fornecedores terão condições de sobrepor e integrar a infra-estrutura GSM em tempo hábil às redes TDMA/IS-136 já estabelecidas?

Não são questões triviais. Caso os fornecedores deixem de oferecer e integrar a infra-estrutura GSM 800 em tempo hábil, as operadoras que ficarem à espera irão perder sua posição no mercado para seus concorrentes com sistemas baseados em **cdmaOne** e GSM.

#### **4.2.1 Fornecimento da Infra-estrutura**

A Nokia enfatiza, de forma correta, que o padrão GSM é excepcionalmente rigoroso. Ela caracteriza também o “deslocamento da banda” de 900 para 800 MHz como “razoavelmente trivial”. No entanto, ela também adverte que os testes subsequentes do sistema irão tomar algum tempo. Em maio de 2000, a Nokia antecipou que iria fornecer estações base durante o quarto trimestre de 2001 – o que não é inconsistente com a data original anunciada para a implementação.

Se levarmos em conta que a Nokia anunciou o sistema GSM 800 apenas em fevereiro de 2001, esse cronograma pode nos parecer otimista. De qualquer modo, embora não divulgue a programação de seus ciclos de pesquisa e desenvolvimento, a empresa confirmou ter iniciado o programa do GSM 800 durante o ano de 1999 e que o mesmo se encontrava em um “estágio razoavelmente avançado” de desenvolvimento na época do anúncio de fevereiro.<sup>47</sup> Nessas condições, o objetivo da Nokia de fornecer a infra-estrutura no quarto trimestre não é irreal.

As perspectivas da Ericsson não diferem muito das divulgadas pela Nokia. Ela enfatizou já ter investido pesadamente em pesquisa e desenvolvimento para definir a tecnologia EDGE voltada para a TDMA/IS-136 de 800 MHz. Grande parte desses esforços de pesquisa e desenvolvimento estão voltados para o GSM 800. Em maio de 2000, a Ericsson antecipou, juntamente com a Nokia, o fornecimento em pequena escala

---

<sup>47</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Nokia Inc., 11 de maio de 2001.

de infra-estrutura GSM 800 para o quarto trimestre de 2001 e o fornecimento em larga escala para o primeiro trimestre de 2002.<sup>48</sup>

Outras fontes de indústria corroboraram essas datas iniciais de implementação.<sup>49</sup> Com base nessas informações, parece que pelo menos Nokia e Ericsson estarão fornecendo infra-estrutura para GSM 800 até o final de 2001.

#### 4.2.2 Implementação da Infra-estrutura

Entretanto, como já mencionamos anteriormente, fornecer a infra-estrutura para GSM 800 em tempo hábil resolve apenas metade do problema de infra-estrutura. A outra metade consiste em sobrepor adequadamente essa infra-estrutura às redes TDMA/IS-136 já estabelecidas.

Isto pode levar mais tempo que o previsto pelos fornecedores, devido à específica complexidade da engenharia de RF no espectro de 800 MHz. Ao contrário do espectro de sistemas móveis alocado para outras frequências (450, 900, 1500, 1700, 1800 e 1900 MHz), o espectro de 800 MHz nas Américas do Norte e do Sul difere em dois aspectos.

1. É mais congestionado, em média.
2. Em conjunto com as frequências de 1900 MHz, ele abriga múltiplas tecnologias de RF, um caso único na indústria.

Esses dois fatores combinados geram desafios consideráveis para a implementação de qualquer tecnologia de sobreposição, mas especialmente para o GSM.

O congestionamento do espectro de 800 MHz tem origem nas diferenças de alocação de espectro entre os vários países e serviços. Nos E.U.A. e na maioria dos países das Américas do Norte e do Sul, a alocação do serviço móvel de 800 MHz é relativamente estreita (2 x 25 MHz). Em comparação, a alocação européia para serviços móveis nos 900 MHz oferece mais de 50 por cento a mais de espectro (2 x 39 MHz). E a alocação para PCS nas frequências de 1900 MHz proporciona mais que o dobro do espectro (2 x 60 MHz).

O congestionamento em 800 MHz aumenta os desafios, para a engenharia de RF, de introduzir uma nova tecnologia que suplemente ou substitua a TDMA/IS-136. Isto vale tanto para o caso do GSM como para o da **cdmaOne**. Para dar lugar à nova tecnologia, a estrutura de reutilização celular da rede TDMA deverá ser desmontada, para então se instalar a estrutura da nova tecnologia. O desafio será maior durante a implementação inicial, pois devido às questões de interferência e às necessárias “bandas de proteção”, a

---

<sup>48</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Ericsson Inc., 1º de maio de 2001.

<sup>49</sup> Comunicação pessoal por fonte informada da indústria, 25 de maio de 2001.

CDMA irá exigir inicialmente 1,8 MHz, enquanto o GSM irá exigir 2,5 MHz.<sup>50</sup> Em teoria, a exigência de um espectro menor pela CDMA deveria tornar sua implementação inicial mais simples.

As dificuldades de engenharia de tal implementação irão se converter diretamente em um desafio de marketing. Ao remover os canais de TDMA/IS-136 para dar suporte à nova tecnologia de RF, as operadoras correrão o risco de degradar seus serviços. *Um serviço degradado irá deixar os clientes insatisfeitos e gerará o risco de estimular o fenômeno de “churn” (desistência do serviço).*

De acordo com a disponibilidade de largura de banda da operadora, o espectro inicial necessário para se implementar a **cdmaOne** ou o GSM pode ou não ser importante.

A questão das múltiplas tecnologias em 800 MHz pode se mostrar tão problemática quanto a do espectro congestionado e talvez até mais problemática. Com a exceção do sistemas em 1900 MHz, a tecnologia GSM foi sempre implementada exclusivamente num espectro dedicado em 900 e 1800 MHz. Nenhuma outra tecnologia de RF compartilha esses espectros – o que evita, portanto, a geração em potencial da interferência entre tecnologias. Os engenheiros de GSM que trabalham nas frequências de 900 e 1800 MHz têm ampla experiência em lidar com interferências entre canais GSM adjacentes, mas não têm a mesma experiência quando se trata de interferências entre canais TDMA/IS-136 e/ou **cdmaOne** adjacentes.

Pode-se argumentar que GSM, TDMA/IS-136 e **cdmaOne** ocupam o mesmo espectro em 1900 MHz e por esse motivo os engenheiros de GSM têm experiência na implementação da tecnologia GSM nos mundos de TDMA e CDMA.<sup>51</sup> Esse argumento é válido, mas até certo ponto. Como já observamos anteriormente, há menos espectro disponível em 800 MHz do que em 1900 MHz. Por isso, a experiência do pessoal de GSM em 1900 MHz nunca enfrentou o congestionamento de frequências comum em 800 MHz. Além disso, as faixas do rádio móvel especializado (SMR) são adjacentes às frequências de sistemas móveis de 800 MHz tanto nos E.U.A. como no Canadá e em alguns outros locais nas Américas. Isto introduz mais um desafio: o de lidar com interferências provenientes da tecnologia iDEN implementada nessas faixas. As

---

<sup>50</sup> Para se implementar o primeiro canal CDMA2000 1x seria preciso liberar 1,79 – 1,25 MHz para a portadora de RF, mais duas bandas de proteção de 270 kHz. Para se implementar o primeiro canal GSM seria preciso liberar 2,50 MHz – 200 kHz para as portadoras de RF x 3 (referentes a 3 setores por estação rádio base) x 4 (referentes a 4 vezes o padrão de reutilização da célula), além de duas bandas de proteção de 50 kHz. Em teoria, a operadora de TDMA/IS-136 poderia implementar o primeiro canal GSM em 700 kHz utilizando apenas um único canal de 200 kHz para cada um dos três setores da célula, além das duas bandas de proteção de 50 kHz. No entanto, essa implementação não iria fornecer uma largura utilizável o suficiente em GSM para ser comercialmente relevante.

<sup>51</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Nokia Inc., 11 de maio de 2001.

operadoras não devem também negligenciar a contínua prevalência da tecnologia AMPS de 800 MHz e seu potencial para gerar interferência.

A implementação da tecnologia TDMA/IS-54 (antecessora da IS-136) serve de exemplo para o caso de uma promessa inicial em relação à realidade final. Na época da introdução da TDMA, informou-se às operadoras que a implementação da mesma iria exigir apenas a substituição de um canal de rádio AMPS de 30 kHz por um canal de rádio TDMA de 30 kHz na estação base. A realidade mostrou que as coisas não seriam tão simples. Os engenheiros de RF descobriram que os sinais TDMA úteis atenuavam mais rapidamente que os sinais AMPS. Esse fenômeno exigiu um demorado rebalanceamento das redes, à medida que a TDMA era introduzida. Além disso, os sistemas TDMA sofriam da interferência de canal adjacente gerada pelos sistemas AMPS. A superação desses problemas de rebalanceamento de redes e minimização de interferências mostrou ser um processo demorado e caro. O mesmo fenômeno ocorreu na Europa e no Reino Unido, à medida que as operadoras efetuavam a transição da TACS para o GSM.<sup>52</sup>

Se experiências passadas servirem de orientação, os problemas de interferência e rebalanceamento de redes irão resultar em uma integração dos sistemas GSM às redes TDMA mais complexa do que a antecipada pelos fornecedores. Se for esse o caso, a implementação bem-sucedida da infra-estrutura GSM 800 irá se estender bem além do quarto trimestre de 2001.

Não seria preciso mencionar que a tecnologia **cdmaOne** dificilmente irá apresentar problemas semelhantes. Além disso, ao contrário do que ocorre com o GSM, os engenheiros de CDMA têm cinco anos de experiência na implementação da tecnologia CDMA nas frequências de 800 MHz, enquanto os engenheiros de GSM carecem de experiência nessa área.

### **4.3 Tempo Necessário para se Desenvolver e Implementar os Telefones**

Se a disponibilidade de uma infra-estrutura GSM 800 é crítica para os planos de transição das operadoras de TDMA/IS-136, a disponibilidade de aparelhos telefônicos GSM 800 é ainda mais crítica. Sem telefones, as redes não têm como funcionar e redes ociosas empatam o investimento das operadoras. Além disso, uma vez disponíveis, os telefones deverão estar plenamente funcionais. Caso contrário, os usuários finais irão rejeitá-los e a receita das operadoras não irá se materializar.

#### **4.3.1 A “Lacuna de Realidade” no Fornecimento de Telefones**

Em termos históricos, a disponibilidade de aparelhos telefônicos sempre esteve atrasada em relação à implementação da infra-estrutura. Esse fenômeno, que chamamos

---

<sup>52</sup> Experiência pessoal, Herschel Shostek, The Shostek Group, entre 1991 e 1995.

de “lacuna de realidade”, é formado por duas dimensões. Por um lado existe a diferença entre o *desempenho* que os fornecedores de telefones prometem e os recursos de seus primeiros produtos. Pelo outro, existe a diferença entre a data em que os fornecedores prometem *fornecer* os aparelhos e a data em que eles realmente o fazem. Como nossos exemplos demonstram, a lacuna de realidade é universal.

A primeira rede GSM foi lançada oficialmente na cidade de Helsinki em julho de 1991. Devido a um surto crônico de falta e defeitos de aparelhos telefônicos, o GSM foi oficialmente “relançado” em julho de 1992, na cidade de Berlim. Os primeiros telefones TDMA/IS-54 (tecnologia antecessora da IS-136), eram incapazes de transmitir chamadas para outros aparelhos TDMA. Os primeiros telefones com a tecnologia **cdmaOne** caracterizavam-se por um consumo de bateria embarçosamente rápido.<sup>53</sup>

Em épocas mais recentes, os telefones WAP causaram um desapontamento universal, por serem incapazes de oferecer qualquer coisa próxima ao desempenho prometido pela hipérbole do marketing. A empresa British Telecom (BT), situada entre os mais entusiásticos promotores da tecnologia WAP, sentiu o golpe. Números surripiados de seus arquivos internos mostraram que o número total de visitas ao site WAP da BT caiu de 115 milhões, em janeiro de 2001, para 40,5 milhões em abril do mesmo ano, o que representa uma queda de 65 por cento. Durante o mesmo período, o uso total da Web caiu de 36 milhões para 12 milhões de minutos, ou seja, uma redução de 67 por cento.<sup>54</sup> Nada foi divulgado sobre quantos clientes foram perdidos para a concorrência devido às experiências fracassadas com a tecnologia WAP.

A tecnologia GPRS está repetindo o processo da disponibilidade com atraso e do desempenho deficiente. Em julho de 1999, A Nokia prometeu que os “serviços GPRS serão lançados... no segundo semestre de... 2000, época em que os terminais GPRS também estarão disponíveis”.<sup>55</sup> Em maio de 2001, a Nokia planejava “começar a entrega de telefones GPRS comerciais durante o terceiro trimestre [2001] e a comercialização em massa (aos milhões) durante o quarto trimestre”.<sup>56</sup> Essas datas estão pelo menos nove meses além do que foi originalmente anunciado.

Além disso, os telefone GPRS que já estão sendo oferecidos por outros fornecedores, principalmente a Motorola, deixam a desejar em termos de desempenho. A empresa Anite Telecoms, fornecedora de equipamentos que medem o desempenho de redes, monitorou independentemente a rede GPRS da BT e chegou à conclusão que os atuais telefones

<sup>53</sup> Experiência pessoal, Herschel Shosteck e Jane Zweig, The Shosteck Group, contínuo.

<sup>54</sup> Ben Rosier, “BT’s Mobile Web Access Slumps,” *Independent Digital (UK) Ltd.* 27 de maio de 2001

<sup>55</sup> Conferência Nokia do 2º Trimestre de 1999. Resenha de Martin Sandelin, VP, Relações com o Investidor, Nokia Inc., sem data, <http://www.nokia.com/investor/1999/2Q/review.html>.

<sup>56</sup> Comunicação pessoal, Megan Matthews, Diretor de Comunicações Corporativas, Nokia Inc., Irving, Texas, 22 de maio de 2001.

estão transmitindo dados a taxas de apenas 8 kbps. Isto não chega a um terço dos 30 kbps esperados e menos que os 9,6 kbps fornecidos pelo GSM.<sup>57</sup>

Em última análise, a lacuna de realidade sugere que, em comum com todas as outras tecnologias, os telefones GSM 800 irão chegar ao mercado mais tarde do que o originalmente prometido pelos fornecedores.

#### 4.3.2 O fornecimento de Telefones GSM 800

Ao discutir o fornecimento de aparelhos telefônicos, devemos antes perguntar: Que tipo de aparelhos? Em termos conceituais, as operadoras de TDMA/IS-136, tais como AT&T e Cingular, poderiam construir rapidamente suas redes GSM e oferecer a seus assinantes uma cobertura nacional, através de roaming pela rede GSM da VoiceStream. Em tal cenário, as operadoras de TDMA poderiam, teoricamente, exigir apenas telefones GSM para 800/1900 MHz. No entanto, isto é improvável. É mais provável que essas operadoras exijam telefones bimodais e de banda dupla. Tais telefones irão permitir que os assinantes efetuem handoffs de ida e volta entre redes GSM e TDMA. A empresa AT&T irá seguir exatamente essa via.<sup>58</sup>

A vantagem da abordagem bimodal reside no fato de oferecer uma cobertura contínua aos assinantes, dando assim às operadoras de TDMA/IS-136 o tempo necessário para a construção de suas redes GSM. A desvantagem está no tempo exigido para que os fornecedores desenvolvam e ofereçam telefones bimodais de banda dupla e, como sugerimos mais adiante, também nos custos mais elevados desses telefones.

Em maio de 2001, apenas a Nokia veio a público para dar satisfações sobre quando os telefones GSM 800 poderiam estar disponíveis. A empresa observou que, dada sua experiência na produção de sistemas GSM para 900/1800 MHz, “é quase um fato trivial” efetuar a conversão de banda de 900 para 800 MHz.<sup>59</sup> Uma fonte separada da própria Nokia ressaltou, embora sem qualquer compromisso, que o fornecimento de telefones costuma ocorrer cerca de “6 a 12 meses” após a entrega da infra-estrutura.<sup>60</sup> Por inferência, isto sugere que, no momento, a Nokia pretende fornecer telefones GSM 800 em alguma data entre o segundo e o quarto trimestre de 2002.

A lacuna de realidade, porém, levanta a questão de que a Nokia (ou qualquer outro fornecedor) possa empregar recursos para fornecer telefones GSM 800 na época em que,

<sup>57</sup> David Neal, “Data Transfer Rates of 30 kbit/s Are Just a Pipe Dream for Now,” *IT Week*, 26 de maio de 2001.

<sup>58</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, AT&T Wireless, Redmond, Washington, 14 de maio de 2001.

<sup>59</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Nokia Inc., 11 de maio de 2001.

<sup>60</sup> Comunicação pessoal por uma segunda fonte informada, Nokia Inc., 11 de maio de 2001.

por inferência, eles foram prometidos. Essa questão torna-se particularmente crítica pelo fato de o fornecimento de aparelhos TDMA-GSM bimodais de banda dupla exigir o desenvolvimento e a integração de duas ou talvez três tecnologias separadas.

1. Conversão de banda de 900 para 800 MHz.
2. Integração das tecnologias GSM e TDMA/IS-136 em um único aparelho bimodal.
3. A incerteza, a esta altura dos acontecimentos, de se desenvolver recursos GAIT (GSM-ANSI Interoperability Team).

Fizemos referência ao GAIT no capítulo anterior. Trata-se de um padrão sugerido para redes capaz de converter sinais de redes MAP em sinais ANSI-41 e vice-versa. Com tal recurso, o GAIT poderia permitir, aos assinantes de telefones móveis TDMA-GSM, o acesso a seus portfólios completos de serviços personalizados – não importa se a partir de uma rede TDMA/IS-136 ou GSM. Sem o GAIT, os assinantes de sistemas GSM poderiam utilizar apenas seus recursos de voz (e talvez de SMS) ao efetuar handoffs para sistemas TDMA. Isto iria anular a principal atração exercida pelo GSM – sua capacidade de acessar um variado portfólio de aplicações e serviços personalizados para os assinantes. Vários fabricantes de infra-estrutura e terminais estão analisando o GAIT, além das empresas AT&T Wireless, Cingular e VoiceStream.<sup>61</sup> Em maio de 2001, nenhum fornecedor havia ainda manifestado sua intenção de desenvolver telefones GAIT. A Nokia, por outro lado, afirma que irá produzi-los, embora sem ter feito qualquer comentário público.<sup>62</sup>

Dada a complexidade de um aparelho GSM 800 bimodal de banda dupla, parece concreta a possibilidade de uma lacuna de realidade entre os fornecimentos prometido e real. Isto posto, pode-se até argumentar que as empresas AT&T e Cingular<sup>63</sup>, na qualidade de segunda e terceira maiores operadoras americanas, irão exigir atenção por parte dos fornecedores de aparelhos telefônicos. É possível, embora acreditemos que esta seja uma visão muito centrada no mercado americano.

O mercado mundial estabelecido – dirigido principalmente aos sistemas GSM 900 e 1800 – é cinco a seis vezes maior que o dos E.U.A. Se considerarmos essa diferença de volume, os fornecedores de telefones irão continuar a satisfazer as necessidades da Europa e do Pacífico Asiático em primeiro lugar. Essas necessidades estão centradas em GSM 900/1800 para a Europa e Ásia e na **cdmaOne** e CDMA2000 1X para a Ásia (e as

---

<sup>61</sup> Sam Omatseye, "GAIT to Open GSM-TDMA Door," *RCR Wireless News*, 14 de maio de 2001, pág. 1/46.

<sup>62</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Nokia Inc., 11 de maio de 2001.

<sup>63</sup> Em maio de 2001, a Cingular não assumiu o compromisso formal de adotar o sistema GSM 800. Caso venha a adotar a CDMA2000 1x em seu lugar, deverá se intensificar a pressão para que os fornecedores desistam dos telefones GSM 800.

Américas). A AT&T e a Cingular, com suas exigências para GSM 800/1900, irão para o final da linha de fornecimento de telefones. As operadoras de TDMA/IS-136 de menor porte, como as da América Latina, estarão na mesma situação.

Outras frequências exclusivas das Américas demonstram a pouca atenção que os fornecedores de telefones lhes dedicam. No início de 2001, enquanto a Motorola estava fornecendo à Europa seu modelo Timeport 260, habilitado para GPRS, não fornecia modelos GPRS nos E.U.A.<sup>64</sup> Uma olhada no website de qualquer fabricante ilustra a menor quantidade de modelos disponíveis para as Américas. A Ericsson, por exemplo, relaciona mais de 50 modelos sob suas categorias GSM 900 e GSM 1800, mas apenas 19 modelos sob sua categoria para os telefones GSM 1900.<sup>65</sup> Um número ainda menor de modelos deve ser efetivamente vendido. A Nokia, empresa que mais vende telefones móveis em todo o mundo, comercializa apenas cinco modelos GSM nos E.U.A.<sup>66</sup>

Não vemos grande probabilidade de fortalecimento para as forças que favorecem a tecnologia GSM 800. No próximo período de 12 a 18 meses, as pressões sobre os fornecedores de telefones para que dirijam seu foco às tecnologias GPRS, EDGE e/ou UMTS serão ainda maiores que as atuais. Em vista disso, os recursos para se produzir um telefone TDMA-GSM 800 multimodo inicial estarão mais limitados, sem falar na produção de vários modelos.

Em suma, no melhor dos casos os telefones para GSM 800 não estarão disponíveis até o período situado entre o segundo e o quarto trimestres de 2002. Mas se a lacuna de realidade histórica servir de exemplo, porém, eles só serão oferecidos mais adiante.

#### 4.4 O Fornecimento de Telefones CDMA2000 1X

Em comparação, os telefones para CDMA2000 1X já estão em produção, sendo utilizados por todas as três redes coreanas. No início de maio de 2001, um total de dez modelos diferentes de telefones estavam sendo oferecidos por quatro fabricantes distintos. A Samsung liderava o grupo, com seus modelos SCH X100, X110, X120, X130, X200 e X1000, seguida por dois modelos da SK TeleTech, um modelo da LG e outro da Motorola.<sup>67</sup>

E os fornecedores continuam lançando outros modelos. A Samsung iniciou a comercialização do que denomina “o primeiro telefone móvel [para CDMA2000 1X] do mundo com o recurso de captar filmes em cores”, além de ser capaz de reproduzir

<sup>64</sup> Peggy Albright, “Roll Out the GPRS Handsets,” *Wireless Week*, 9 de fevereiro de 2001, pág. 18.

<sup>65</sup> <http://www.ericsson.com/spg.jsp?page=W1.6.1&NetID=383&CatID=50&SubName=Networ>. Esses números correspondem à data de 25 de maio. Os telefones multibanda são listados várias vezes, sob cada banda na qual devem operar.

<sup>66</sup> Comunicação pessoal, Virve Virtanen, Gerente da Assessoria de Imprensa, Nokia Inc., Irving, Texas, 29 de maio de 2001.

<sup>67</sup> [http://www.cdg.org/ProdPavilion/subscriber\\_products\\_3g.asp](http://www.cdg.org/ProdPavilion/subscriber_products_3g.asp).

“imagens claras de filmes em 200.000 tons de cores”.<sup>68</sup> Isto elevou para 10 o número de modelos disponíveis. Ao final do ano 2001, a SKT espera a entrada de outros fornecedores no mercado, incluindo a Nokia. Em conjunto, eles deverão produzir outros 26 modelos para CDMA2000 1X, perfazendo um total de 36 modelos disponíveis.<sup>69</sup> Trata-se de um avanço considerável sobre a tecnologia GSM 800, para a qual só haverá modelos, com sorte, entre o segundo e o quarto trimestres de 2002; levando em conta a lacuna de realidade, eles só estarão disponíveis bem mais tarde.

A maior variedade de telefones tende a estimular a demanda do mercado. Além disso, o maior número de fabricantes tende a reduzir os preços dos aparelhos.<sup>70</sup> Isto, por sua vez, estimula ainda mais a demanda. Vamos examinar os preços dos telefones em mais detalhes no próximo capítulo.

#### 4.5 Compatibilidade Retroativa com Redes Herdadas e o Custo Total da Infra-estrutura

Ao contrário dos padrões norte-americanos originais – AMPS, TDMA/IS-136<sup>71</sup> e **cdmaOne** – o padrão europeu GSM sempre especificou a interface entre centrais de sistemas móveis e estações base.<sup>72</sup> Isto significa que as estações base e centrais GSM produzidas por um fornecedor são capazes de operar com as estações base e centrais fabricadas por qualquer outro fornecedor. Além disso, embora o número total de fornecedores de infra-estrutura para CDMA seja maior, há uma quantidade maior de grandes fornecedores – com destaque para Nokia, Siemens e Alcatel – oferecendo infra-estrutura para GSM do que para CDMA.

Como consequência, medido de hardware para hardware, o preço nominal da infra-estrutura para GSM é inferior ao da infra-estrutura para CDMA. Se descontarmos os argumentos válidos sobre os benefícios relativos de desempenho das duas tecnologias, temos uma aparente vantagem de preço na tecnologia GSM como via de migração da TDMA/IS-136 para a 3G. Essa vantagem aparente poderá persistir, embora em menor grau, mesmo quando as tecnologias GPRS e EDGE forem incorporadas ao preço da infra-estrutura de GSM.

<sup>68</sup> Press release, “Samsung Electronics Markets Mobile Phone with Color Motion Picture Capability,” Samsung Electronics, Seul, 15 de maio de 2001.

<sup>69</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Seul, Coréia, 29 de maio de 2001.

<sup>70</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Seul, Coréia, 29 de maio de 2001.

<sup>71</sup> Em termos técnicos, o padrão TDMA norte-americano original foi designado como IS-54, que evoluiu para o atualmente implementado IS-136.

<sup>72</sup> Os proponentes da **cdmaOne** têm se movido nessa direção com a publicação da IS-633, que define a interface entre a estação base e a central.

Isto posto, a tecnologia **cdmaOne** pode exibir vantagens no custo de sua infraestrutura que não são aparentes de imediato. Duas delas parecem ser plausíveis.

1. A possibilidade de utilizar as estações base CDMA juntamente com centrais TDMA/IS-136 herdadas.
2. A possibilidade de incorporar a tecnologia CDMA aos subsistemas e plataformas de serviço de redes TDMA herdadas, tais como registradores de localização de domicílio e de visitantes (HLRs e VLRs), correio de voz e serviços de mensagens curtas (SMS), entre outros.

Essas possíveis vantagens provêm da utilização, pelas tecnologias TDMA/IS-136 e **cdmaOne**, de uma sinalização comum de rede (denominada ANSI-41, a partir do American National Standards Institute). A sinalização de rede é responsável pelo acionamento dos subsistemas e plataformas de serviço. A tecnologia GSM, por sua vez, emprega uma sinalização de rede incompatível (MAP ou Subsistema de Aplicação de Telefones Móveis). A incompatibilidade da MAP com a ANSI-41 impede a incorporação do GSM às centrais TDMA ou qualquer outro elemento de redes TDMA.

Determinar até que ponto a reutilização da infra-estrutura TDMA/IS-136 será viável é algo que vai depender dos fornecedores e da disposição dos mesmos em assegurar uma interoperabilidade entre suas antigas centrais TDMA e as atuais estações base da **cdmaOne**. A Nortel parece ser a que mais facilita tal adaptação.

“Podemos configurar uma [central] MTX individual para que suporte simultaneamente os equipamentos de estações rádio base CDMA e TDMA. É um método viável de efetuar a transição da configuração de uma rede TDMA para uma rede CDMA”.<sup>73</sup>

A central 5ESS, o processador executivo celular/comutador de mensagens entre processos (ECP/IMS) e o processador de aplicações (AP) da Lucent têm condições de operar simultaneamente com estações base TDMA e CDMA. No entanto, para assegurar uma total interoperabilidade, a Lucent teria que efetuar testes de integração – o que será feito apenas se os clientes gerarem uma demanda expressiva.<sup>74</sup> A Ericsson também é capaz de oferecer suporte a estações base TDMA e CDMA na mesma central, mas não simultaneamente. Por essa razão, a empresa precisa utilizar um conjunto de centrais para

<sup>73</sup> Comunicação pessoal, Christopher Daigle, Gerente Sênior de Marketing, Internet Sem Fio, Nortel Networks, Richardson, Texas, 11 de maio de 2001.

<sup>74</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Lucent Technologies, 30 de abril de 2001.

dar suporte à TDMA e outro conjunto para dar suporte à CDMA. Em teoria, ela poderia oferecer “créditos comerciais” às operadoras que efetuassem a migração.<sup>75</sup>

Determinar até que ponto a nova infra-estrutura da **cdmaOne** poderia aproveitar as centrais ou outros elementos de uma rede TDMA/IS-136 herdada é algo que vai depender também da extensão com que fornecedores específicos previram a interoperabilidade em seus produtos. Motorola, Samsung e Ericsson, por exemplo, produzem estações base projetadas para operar com centrais produzidas pela Lucent e pela Nortel.

Não queremos sugerir com isto que a incorporação da **cdmaOne** à infra-estrutura TDMA/IS-136 será isenta de problemas. Deverão surgir problemas porque ninguém jamais tentou fazer tal incorporação. Sem a experiência de engenharia, surgirão certamente alguns desafios inesperados. Mas como observamos adiante, a magnitude dos problemas deverá ser inferior à dos que irão surgir ao se sobrepor o GSM às redes TDMA.

A discussão sobre a compatibilidade retroativa introduz novamente a questão de se implementar GSM 800 em uma rede TDMA/IS-136 e integrar as duas tecnologias – os sistemas de sinalização MAP e ANSI-41, em particular. Mesmo que uma operadora de TDMA decidisse construir uma rede GSM 800 totalmente separada, ela iria ainda ter que providenciar a comunicação entre as duas redes.

A necessidade mais óbvia estaria no campo da bilhetagem. Será que o sistema de sinalização MAP pode ser integrado a um sistema de bilhetagem acionado pela ANSI-41? Em caso negativo, a operadora de redes seria forçada a utilizar dois sistemas separados de bilhetagem, sendo um para sua rede GSM 800 e outro para sua rede TDMA. A Nokia reconhece a existência desse problema, caracterizando a realidade inicial como dois sistemas de bilhetagem.<sup>76</sup> Caso isto se confirme, como as operadoras irão fornecer uma conta única aos usuários finais, caso seja possível? E se for necessário emitir contas separadas, como os usuários finais irão reagir?

E quanto às chamadas baseadas em pacotes e efetuadas de um telefone móvel para outro? As operadoras européias e americanas de linhas fixas possuem mais de 30 anos de experiência no desenvolvimento de portais de conversão para o transporte de chamadas comutadas por circuitos entre sistemas com sistemas de sinalização incompatíveis. Além disso, possuem 15 anos de experiência no transporte de chamadas comutadas por circuitos entre os sistemas de sinalização incompatíveis das redes de sistemas móveis. Não há uma experiência equivalente para as chamadas em pacotes. A pouca experiência existente foi dirigida à implementação do GPRS, que até agora não tem se mostrado adequada. Como então serão transportadas as chamadas em pacotes entre um sistema

<sup>75</sup> Comunicação pessoal, Phillip Hester, Diretor de Produtos e Marketing Técnico, Sistemas CDMA, Ericsson, Inc., San Diego, Califórnia, 30 de abril de 2001.

<sup>76</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Nokia Inc., 11 de maio de 2001.

GMS 800 baseado em MAP e um sistema TDMA baseado em ANSI? É verdade que o GAIT foi desenvolvido para lidar com essa conversão MAP-ANSI. A questão permanece, no entanto – independentemente da elegância teórica do GAIT ou seu sucesso a longo prazo, os engenheiros terão antes que percorrer um longo e árduo processo de aprendizado prático.

A conclusão acima irá comprovar questões cruciais para as operadoras de TDMA/IS-136 que poderão vir a implementar o GSM 800. Serão menos importantes para as que decidirem implementar a **cdmaOne**.

#### 4.6 O Custo dos Telefones

O custo dos telefones têm se mostrado o calcanhar de Aquiles de todas as novas tecnologias de telefones móveis. Para cada nova geração de tecnologia, o elevado custo inicial dos telefones tem atrasado a adoção dos mesmos pelos usuários finais. As operadoras só conseguiram motivar os usuários finais a adotar novas tecnologias por meio de subsídios aos preços dos aparelhos. E esses preços só caíram após o desenvolvimento de uma economia de escala de produção. Isto vale igualmente para as tecnologias GSM, TDMA/IS-136 (antiga IS-54) e **cdmaOne**.

Sabe-se perfeitamente que, para qualquer nova tecnologia, o preço dos telefones é sempre superior ao dos aparelhos de tecnologias já estabelecidas. Sabe-se também que à medida que as tecnologias amadurecem e atingem economias de escala de produção, os preços dos telefones tendem a cair. Menos reconhecido, porém, é o fato de que o preço de telefones de tecnologias mais recentes tende a permanecer acima do preço de telefones de tecnologias mais maduras.

A Tabela 4-1 ilustra esse fenômeno. Ela compara os preços de atacado dos telefones GSM e **cdmaOne** no mercado americano entre 1998 e 2000. A tecnologia GSM, introduzida primeiramente na Europa em 1991-1992, é a mais madura. E a tecnologia CDMA, introduzida primeiramente em Hong Kong, na Coréia e nos E.U.A. em 1995-1996, é a mais recente. Com base em pesquisas efetuadas no mercado americano de sistemas sem fio, eles representam o preço médio inferior de atacado para todas as classes de telefones CDMA e GSM (Veja as notas da Tabela 4-1). No caso dos anos 1998 e 1999, eles representam as médias dos quatro trimestres, enquanto no ano 2000 representam as médias do segundo e quarto trimestres.

**Tabela 4–1. Preço de Atacado dos Telefones Móveis,  
Mercado dos E.U.A., 1998–2000**

Ano	Tecnologia		
	GSM (\$)	CDMA/IS-95 (\$)	Diferença (\$)
1998	117	191	74
1999	89	135	46
2000	95	120	25

Notas:

Fonte: "Wholesale Prices of Digital Portable Terminals, by Technology and Band, U.S. Market, Recent Quarters," *Shosteck E-STATS*, The Shosteck Group, Wheaton, Maryland, contínuo.

Os valores representam as médias não ponderadas para todas as classes de telefone de cada tecnologia. No caso da IS-95, tais classes são (1) CDMA 800-AMPS 800, (2) CDMA 1900, (3) CDMA 1900-AMPS 800 e (4) CDMA 800/1900-AMPS 800. No caso do GSM, tais classes são (1) GSM 1900 e (2) GSM 1900-AMPS 800. Em 1998 e 1999, os valores baseiam-se nas médias de quatro trimestres, enquanto que em 2000 baseiam-se nas médias de dois trimestres. Os valores referentes à TDMA/IS-136 são de US\$154 para 1998, US\$117 para 1999 e US\$98 para 2000. A média de US\$89 em 1999 para o GSM pode refletir a comercialização de estoque obsoleto a preços reduzidos durante março e setembro.

A tabela 4–1 documenta que, entre 1998 e 2000, o preço médio de atacado dos telefones GSM caiu de US\$117 para US\$95. Durante o mesmo período de tempo, o preço de atacado dos telefones **cdmaOne** caiu de US\$191 para US\$120. Ou seja, a diferença de preço entre os telefones GSM e CDMA foi reduzida de US\$74 em 1998 para US\$25 em 2000. Além disso, o preço dos telefones CDMA diminuiu em 11 por cento entre 1999 e 2000. Se assumirmos a continuidade dessa tendência de queda, ela aponta para um preço médio de atacado de US\$106 durante o ano de 2001.

Nossa estimativa de US\$106 como preço vigente de atacado dos telefones **cdmaOne** é consistente com a de outras fontes. A Ericsson fixou seus preços atuais entre US\$95 e US\$110.<sup>77</sup> A QUALCOMM, entre US\$110 e US\$140.<sup>78</sup> E a Lucent, entre US\$100 e US\$129.<sup>79</sup> Utilizando nossa própria estimativa e as médias obtidas da Ericsson, QUALCOMM e Lucent, os preços estarão em US\$112, em média.

No entanto, nosso interesse principal reside no preço provável de atacado dos telefones CDMA2000 1X. Várias de nossas fontes estavam dispostas a fornecer tais informações. A Sprint fixou seus preços "várias dezenas" de dólares acima dos modelos **cdmaOne** e não contestou nossa inferência de que isto indicava uma elevação de US\$30 a US\$50.<sup>80</sup> Somados ao preço médio de US\$112 dos telefones **cdmaOne**, os preços dos

<sup>77</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Ericsson, Inc., 23 de maio de 2001.

<sup>78</sup> Comunicação pessoal, Irwin Jacobs, Diretor Executivo, QUALCOMM, Inc., San Diego, Califórnia, 24 de maio de 2001.

<sup>79</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Lucent Technologies, 21 de maio de 2001.

<sup>80</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Sprint PCS, 24 de abril de 2001.

telefones CDMA2000 1X deverão variar entre US\$ 142 e US\$162. Coerente com tal informação, a Lucent informou um preço de US\$149<sup>81</sup> e a Ericsson, uma estimativa de US\$130 a US\$140. Utilizando os pontos médios dessa faixa, essas estimativas fornecem uma média de US\$145. Se assumirmos novamente um declínio anual de 11 por cento nos preços, esse valor deverá cair para US\$129 durante o ano de 2002.

Como podemos comparar esses valores com os preços dos telefones TDMA-GSM bimodais que a AT&T, pelo menos, pretende adotar durante a transição da TDMA/IS-136 para GSM? Uma determinada fonte, que não quis se identificar, sustenta que “um telefone como esse nunca será barato o suficiente” para ser adquirido pelos usuários finais ou subsidiado pelas operadoras de redes.<sup>82</sup> Essa fonte observou ainda que qualquer telefone bimodal, quer seja ele TDMA-CDMA ou TDMA-GSM, será um produto temporário que nunca poderá desenvolver um volume de produção de longo prazo. E sem esse volume de produção, esse tipo de telefone exibirá sempre preços mais elevados. De forma implícita, essa fonte fez distinção entre tais telefones e os telefones bimodais AMPS-digital, que realmente atingiram volumes de longo prazo.

Uma vez determinado que os bimodais terão um preço mais elevado, que preço será esse? A esta altura, a Nokia é a empresa mais adiantada no desenvolvimento de produtos GSM 800. A empresa estava bastante relutante em fornecer preços específicos, mas afirmou que “sabemos que podemos” produzir “de forma rentável” um telefone GAIT bimodal por um preço inferior a US\$200. Esse telefone seria semelhante ao seu atual modelo 5165. A Nokia enfatizou, porém, que de acordo com as funções incorporadas, o preço [inicial] desse aparelho poderia tanto ser maior como menor.<sup>83</sup> Inferimos então que o preço inicial iria ser realmente maior.

Em suma, o preço provável de atacado dos telefones GAIT será de US\$200 ou mais, enquanto o mesmo preço dos telefones CDMA2000 1X irá girar em torno de US\$129. A diferença mínima de preço será então de US\$71. Mas poderá ser maior e plausivelmente bem maior. Desse modo, as operadoras que optarem pela alternativa GAIT terão que competir em desvantagem, dada essa diferença de preços.

#### **4.7 A Questão dos Telefones TDMA-CDMA Bimodais**

Os leitores devem levantar, neste ponto, as questões referentes aos telefones bimodais TDMA-CDMA. Será que estes não ficaram sujeitos aos mesmos desafios enfrentados pelos telefones TDMA-GSM? A resposta é afirmativa, mas é possível que os telefones TDMA-CDMA bimodais nem cheguem a ser produzidos. Na época da redação deste documento, a QUALCOMM estava analisando o desenvolvimento de chips TDMA-

<sup>81</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Lucent Technologies, 21 de maio de 2001.

<sup>82</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, 23 de maio de 2001.

<sup>83</sup> Comunicação pessoal por fonte informada, Nokia Inc., 11 de maio de 2001.

CDMA, mas não chegou a assumir o compromisso de produzi-los.<sup>84</sup> Isto sugere que tais aparelhos bimodais talvez não sejam necessários.

Esse ponto de vista chega a fazer sentido, tanto econômica como comercialmente. Ele assume que as operadoras e os usuários finais irão se beneficiar mais se as operadoras investirem na implementação de infra-estrutura e não no subsídio de telefones.

Sob tal hipótese, as operadoras de TDMA/IS-136 que optarem pela tecnologia CDMA2000 1X irão implementar redes CDMA2000 1X paralelas o mais depressa possível. Uma vez oferecida uma cobertura de área adequada, deverão começar a migração de seus assinantes para essas novas redes. Em teoria, não há razão pela qual as operadoras de TDMA que optarem por GSM não possam fazer a mesma coisa, já que isto evitaria o encargo de preço dos telefones bimodais.

A construção rápida de uma rede pode não ser uma decisão tão onerosa quanto se poderia pensar a princípio. De fato, o fator crítico das obras de engenharia civil, em termos de estações rádio base, já está implementado, assim como a transmissão backhaul. A nova rede teria apenas alguns poucos assinantes iniciais, sendo portanto inicialmente projetada para oferecer uma grande cobertura e não uma elevada capacidade. Por essa razão, a implementação inicial de uma rede paralela, quer seja ela CDMA2000 1X ou GSM, iria exigir relativamente poucas estações base. E o que é mais importante, poderia ser implementada rapidamente, a um custo relativamente baixo.

Em suma, a opção de implementar rapidamente uma rede CDMA2000 1X totalmente paralela e omitir a etapa dos telefones bimodais pode mostrar-se economicamente mais atraente às operadoras que suportar o fluxo contínuo de subsídios exigidos por esses aparelhos. Essa vantagem econômica vale igualmente para as vias de migração da **cdmaOne** e do GSM

---

<sup>84</sup> Comunicação Pessoal, Irwin Jacobs, Diretor Executivo, QUALCOMM Inc., San Diego, Califórnia, 24 de maio de 2001

## 5 *Resumo e Conclusões*

---

Este white paper fornece uma visão geral sobre as opções oferecidas às operadoras de TDMA/IS-136, quando escolhem uma via de migração para a terceira geração (3G) da tecnologia, abordando as várias questões envolvidas nessa escolha. Ele compara, especificamente, as tecnologias GSM e **cdmaOne**/CDMA2000 1X como alternativas de migração.

Ele deve ser especialmente útil na identificação dos desafios de implementação que possam obstruir a via de migração. Ao identificar tais desafios, as operadoras podem ser mais cuidadosas quanto às armadilhas da transição e questionar seus fornecedores com mais fundamento sobre os meios viáveis de evitar essas armadilhas e implementar alternativas realmente econômicas.

Alertamos aqui as operadoras (e os fornecedores) para que não dirijam seu foco às elevadas taxas de dados. Como enfatiza a empresa SK Telecom, *a questão não reside em taxas elevadas de dados, mas em taxas rentáveis de dados*. Essas taxas pode estar situadas na faixa de 30 a 50 kbps num período de curto a médio prazo. Nesse contexto, a escolha de uma tecnologia pelas operadoras ou a promoção da mesma pelos fornecedores com base apenas em velocidade torna-se uma atitude auto-destrutiva.

Mencionamos os grandes desafios de engenharia inerentes à implementação da tecnologia EDGE e que, devido a esses desafios, há uma possibilidade de que essa tecnologia talvez jamais chegue a ser explorada comercialmente. Ou, caso chegue realmente a ser comercializada, apontamos a probabilidade de ser omitida por algumas operadoras de GSM, em prol da migração direta para o UMTS.

Descrevemos e documentamos a “lacuna de realidade” histórica entre a época em que os fornecedores prometem oferecer seus telefones e a época em que estes são realmente oferecidos. Aliado à complexidade e ao custo dos telefones bimodais, esse fato virtualmente garante atrasos de lançamento e preços elevados quando os aparelhos finalmente chegam ao mercado. A natureza bimodal desses telefones impede o desenvolvimento de uma economia de escala, que seria viável no caso de aparelhos de modo único. Isto vale tanto para os telefones TDMA-GSM 800 como para os TDMA-CDMA, caso sejam produzidos. Em contraste com essa situação, os aparelhos CDMA2000 1X de modo único já estão disponíveis, sendo oferecidos a preços baixos e com tendência a diminuir ainda mais. Os telefones GSM de modo único também estarão disponíveis a preços reduzidos, quando e se forem produzidos.

Reiteramos, como um ponto importante, que o espectro da tecnologia UMTS não foi licenciado nas Américas. Isto significa que as operadoras de TDMA/IS-136 que optarem pelo GSM não irão dispor de uma via de migração previsível para a 3G. Em contraste, a tecnologia CDMA2000 1X está se tornando disponível, está viabilizando serviços 3G no espectro atual e está proporcionando aumentos de capacidade de 50 por cento ou mais.

Observamos que a AT&T, que precipitou o movimento das operadoras de TDMA/IS-136 em direção ao GSM, pode se tornar um caso especial. Ao contrário da Cingular, a maior rival da empresa em sistemas TDMA, a AT&T detém espectros na faixa de 1900 MHz em 9 dos 12 maiores mercados. A Cingular, por sua vez, detém espectros de 1900 MHz em apenas quatro mercados. Isto irá permitir que a AT&T faça a migração utilizando a tecnologia GSM 1900. Com sua pequena fatia no espectro de 1900 MHz, a Cingular está bem mais limitada.

Chamamos a atenção para os recursos necessários para se implementar o GSM em uma rede TDMA/IS-136. Além do desafio de desenvolver telefones TDMA-GSM bimodais, surgiram dois fatores pouco discutidos.

1. O congestionamento do espectro de 800 MHz. Não há ninguém no mundo com experiência para implementar GSM em 800 MHz e para lidar com a interferência em potencial causada por diferentes tecnologias de RF. Duas dessas tecnologias, AMPS e iDEN, geram um grande nível de interferência nessa faixa. Os bons engenheiros deverão transpor tal obstáculo, mas a tarefa irá custar tempo e dinheiro.
2. O desafio de integrar duas sinalizações incompatíveis: a sinalização MAP, utilizada pelo GSM, e a sinalização ANSI-41, usada pela TDMA/IS-136. Isto também não foi tentado por nenhuma empresa, em todo o mundo, e seria falso pensar que pode se mostrar um processo simples.

Não se deve desprezar a questão de adotar ou não os telefones bimodais. Pode-se utilizar um bom argumento para omitir a etapa representada por esses telefones e utilizar apenas os aparelhos CDMA2000 1X ou GSM 800 “puros”. Isto irá evitar muitas questões sobre a integração de redes, embora não todas. Ao construir uma rede pura, as operadoras poderão investir em infra-estrutura, ao invés de subsidiar telefones para os usuários.

Ao longo de nossa análise, voltamos aos temas de custos e lucros – ou relevância “comercial”, como costumamos denominar essa questão. Com relação aos custos e lucros, há o tema de manter o usuário final satisfeito durante toda a fase de transição. De fato, usuários insatisfeitos geram o fenômeno do “churn”(desistência do serviço). Além de terem se mostrado humilhações bastante caras, as promessas não cumpridas das tecnologias WAP e GPRS alienaram os usuários finais em detrimento das operadoras.

Indicamos, em termos gerais, os possíveis desafios que as operadoras de TDMA/IS-136 poderão enfrentar na implementação da tecnologia GSM e as possíveis vantagens oferecidas pela tecnologia **cdmaOne**. Com base nessas prováveis vantagens, sugerimos que as operadoras de TDMA devam talvez considerar a tecnologia **cdmaOne/CDMA2000 1X** como via de migração.

De acordo com circunstâncias específicas, é provável que a tecnologia CDMA200 1X seja a melhor via para algumas operadoras de TDMA/IS-136. Isto deverá se mostrar válido para as que licenciaram principalmente o espectro de 800 MHz. Outras, porém, talvez optem pela tecnologia GSM, especialmente as que licenciaram com prioridade o espectro de 1900 MHz.

Em suma, não estamos endossando a CDMA2000 1X como tecnologia de transição da TDMA/IS-136 para a 3G. Estamos afirmando, isto sim, que ela parece oferecer opções promissoras, que algumas operadoras de TDMA talvez considerem dignas de atenção.